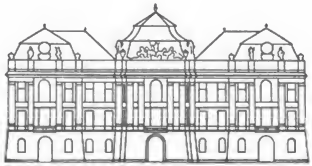
18. Q. 122.

MENTEM ALIT ET EXCOLIT



K.K. HOFBIBLIOTHEK
ÖSTERR. NATIONALBIBLIOTHEK

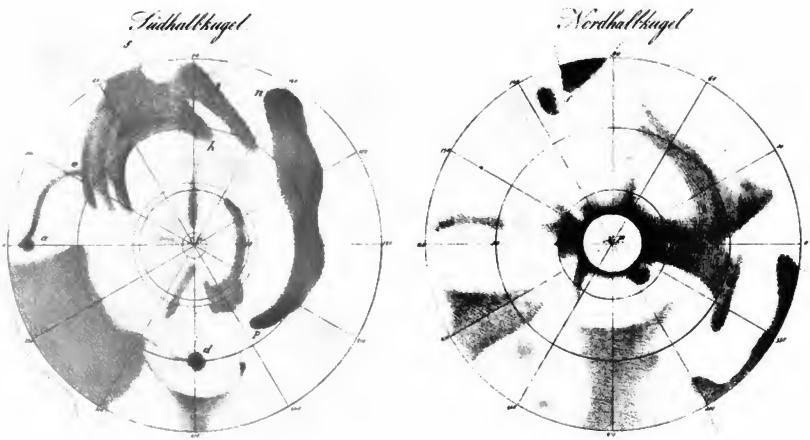
18.Q.122

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

MARS.



Digitized by Google

Beiträge

zur

physischen Kenntniss

der

himmlischen Körper

im Sonnensysteme

von

Wilhelm Beer,
Königl. Preuss. Geheimen Commerzienrathe, Comthur u. Ritter mehrerer Orden, corresp. u. Ehrenmitgliede verschiedener gelehrten Gesellschaften.

Dr. J. H. Mädler,
Kaiserl. Russ. Hofrathe, ordentlichem Professor an der Universität und Director der Sternwarte zu Dorpat, mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitgliede.

Mit 7 Kupfertafeln.

BIBLIOTHECA PALAT. VINDOBONENSIS.

Weimar, 1841.
Druck und Verlag von Bernhard Friedrich Voigt.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sr. Excellenz,

dem Königl. Preussischen Wirklichen Geheimerathe,

Herrn Freiherrn

Alexander von Humboldt,

Ritter des rothen Adler-Ordens erster Classe, mehrerer hohen Orden Grosskreuz
etc. etc. etc.

widmen diese Schrift,

als Zeichen ihrer unwandelbarsten Verehrung

die Verfasser.

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorrede.

Wir übergeben hiermit dem Publicum eine Reihe von Abhandlungen, deren einige bereits in Schumacher's Astronomischen Nachrichten theilweise erschienen sind, deren grössere Hälfte jedoch hier zum ersten Male veröffentlicht wird. Wir haben die zerstreuten Fragmente gesammelt, sie möglichst genau zu einem Ganzen verbunden, und betrachten dies als einen Beitrag zur genaueren physischen Kenntniss der Weltkörper unsers Sonnensystems, d. h. derjenigen, über welche ein Fernrohr, von der Kraft des unsrigen, noch im Stande ist, brauchbare und zuverlässige Beobachtungsdata zu liefern. So wird man Uranus und die kleineren Planeten hier vermissen, da auch selbst stärkere Teleskope noch nicht vermocht haben, uns wesentliche Aufschlüsse über ihre individuelle Naturbeschaffenheit zu geben. Der Mond und die älteren Planeten wurden dagegen wiederholt, so oft es die Gelegenheit gestattete, beobachtet, und die wahrgenommenen Phänomene beharrlich verfolgt. Die Resultate unserer Mondbeobachtungen sind in einem besonderen Werke: „Der Mond nach seinen kosmischen und individuellen Verhältnissen, oder allgemeine vergleichende Selenographie, Berlin 1837“ erschienen. Wir haben daher hier nur solche den Mond betreffende Data aufgenommen, die auf spätere Beobachtungen sich gründen, oder doch durch solche wesentlich vervollständigt worden sind, so wie auch einige Aufsätze, die aus besondern Ursachen in jenem Werke keinen Platz finden konnten; daher auch einige Zeichnungen von Mondlandschaften beigefügt sind, die in der *Mappa Selenographica* nicht speciell genug dargestellt, und eben so in dem erwähnten Werke nicht so ausführlich beschrieben werden konnten, als sie es zu verdienen scheinen, und als spätere Beobachtungen es

Digitized by Google

möglich machten. Diese Abhandlungen sind nichtsdestoweniger als ganz selbstständige zu betrachten und werden, wie wir hoffen, auch ein von jenem Buche unabhängiges Interesse darbieten.

Fast alle unsere in diesem Werke aufgeführten Beobachtungen gehören übrigens in die Klasse der physischen. Man wird hier keine Ortsbestimmungen antreffen, und wir erwähnen ausdrücklich, dass ein Meridianinstrument uns nicht direct zu Gebote stand, und dass wir die Zeitbestimmungen, so weit wir deren bedurften, von der hiesigen Königl. Sternwarte entlehnten. Nur der Aufsatz über die Saturnssatelliten, in welchem wir übrigens nicht eigne Beobachtungen mittheilen, sondern fremde discutiren, dürfte nicht in diese Kategorie gehören, wenn man überhaupt diesen Unterschied noch festhalten will. Denn wenn man einst die Rotationen mit derselben Aufmerksamkeit und Sorgfalt, wie jetzt die Revolutionen betrachten, wenn man den Doppelsternbahnen gleiche Wichtigkeit, wie den Planetenbahnen beilegen, wenn manches jetzt isolirt stehende Phänomen seine theoretische Begründung gefunden und den ihm gebührenden Platz im Systeme der Astronomie eingenommen haben wird, so werden auch die erwähnten Unterschiede mehr und mehr schwinden.

Dieser Aufsatz über die innersten Saturnstrabanten ward übrigens zu einer Zeit geschrieben, wo Alles, was man von ihnen wusste, auf William Herschel's, ihres Entdeckers, Beobachtungen beruhte, und wo sie noch nicht wieder gesehen worden waren, und er bezweckte gleichzeitig, ihre Existenz theoretisch ausser allen Zweifel zu stellen, denn so lange man über sie nur die Reductionen Herschel's, die mit allen nothwendigen Unvollkommenheiten ihrer Zeit behaftet waren, aufzustellen vermochte, war auch der Vermuthung, dass die beobachteten Lichtpuncte nicht wirkliche Monde gewesen seyen, noch immer einiger Raum gegeben. Doch auch jetzt, wo John Herschel, Lamont und de Vico die Wiederauffindung dieser Satelliten gelungen ist und eine Vergleichung mit den Daten des älteren Herschel schärfere Resultate zu geben im Stande ist, dürfte die Mittheilung dieser Berechnung nicht ohne Interesse seyn, um so mehr, als jede spätere sich an sie anknüpfen wird.

Die zahlreichsten, am längsten und beharrlichsten fortgesetzten Beobachtungen betreffen Mars, der sich gleich zu Anfange unserer astronomischen Thätigkeit in einer gegen die Erde sehr günstigen Stellung befand, und den wir in sechs Oppositionen verfolgten. Doch haben wir uns darauf beschränkt, aus den beobachteten Flecken die Dauer seiner Rotation abzuleiten, ohne die andern Elemente derselben einer Discussion zu unterwerfen. Zu einer solchen reichen die Data, welche unser Fernrohr uns liefern konnte, offenbar nicht aus. Da die Lage der Axe, wie Herschel sie gegeben, mit unsern Beobachtungen ganz gut harmonirte, und wir überzeugt waren, dass sie durch diese letztere keine Verbesserungen erfahren könne, so haben wir sie unverändert angenommen. Eine Wiederholung der Herschel'schen Untersuchungen, Behufs einer genaueren Bestimmung dieser Rotationselemente, scheint nur von einem grossen

Digitized by Google

Helioneter, wie dem, welches Königsberg besitzt, ausgehen zu können, und erfordert überdies eine lange Reihe von Jahren, da sich Mars nur nach sehr langen Zwischenzeiten wieder in günstiger Lage befindet. Die Dauer der Rotation lässt sich dagegen, wenn man mehrere Oppositionen mit einander verbindet, fast unabhängig von den übrigen Elementen bestimmen.

Ein Abschnitt von eigenthümlicher Tendenz befindet sich in unserem Werke: wir meinen den Aufsatz „über die Erscheinung des Saturnringes, von seinem Hauptplaneten aus betrachtet.“ Seit dem „Kosmotheoros“ des Huygens und den Dialogen Fontenelle's „über die Mehrheit der Welten“ bis auf unsere Tage hat die sogenannte Conjecturalastronomie sehr zahlreiche Bearbeiter gefunden. Dem nicht mathematischen Publicum, das an trocknen Zahlen und mathematischen Formeln, deren Unentbehrlichkeit und hohe Wichtigkeit es nicht fassen kann, wenig Gefallen findet und deshalb gründliche astronomische Werke gewöhnlich ungelesen lässt, kann es nicht sehr verargt werden, wenn es, begierig nach einer ihm zusagendern Belehrung, nach Schriften greift, die ihm einen Blick in die innern Lebensverhältnisse und in die Naturökonomie eines fremden Weltkörpers zu eröffnen scheinen, und sie sind ihm um so willkommener, je kühnere und zuversichtlicher vorgetragene Hypothesen und interessante Anekdoten über die Bewohner der Planeten dargeboten werden. Liegen nun gleich alle solche Phantasien, streng genommen, ausserhalb des Gebietes der Wissenschaft, so kann man ihnen doch, wenn sie mit bescheidner Zurückhaltung vorgetragen werden und bestimmten Naturgesetzen und Thatsachen der Beobachtung nicht entgegen sind, nicht geradehin allen Werth absprechen. Allein es ist sonderbar, dass fast Alle, welche sich diesen Studien widmeten — und wir sprechen hier keineswegs von jenen unglückseligen Ignoranten, welche die hirnlosesten Absurditäten unter dieser Firma zu Tage gefördert haben — es ist, sagen wir, sonderbar, dass sie, fast ohne Ausnahme, die freilich wenig zahlreichen sichern und unzweideutigen Data, welche die Beobachtung an die Hand giebt, bei ihren geistreichen Conjecturen zum Grunde zu legen verabsäumt haben: wir meinen die Schwere an der Oberfläche und das, was wir als Weltstellung der Himmelskörper bezeichnen möchten, nämlich die eigenthümliche Art und Weise, wie sich die astronomischen Phänomene einem auf jenen Weltkörpern stationirten Beobachter zeigen. Denn trotz aller Gleichartigkeit der Grundbedingungen zeigt sich doch für jeden einzelnen Weltkörper eine so bestimmte Eigenthümlichkeit dieser Weltstellung, dass schon dadurch allein eine wesentliche Verschiedenheit der Lebensverhältnisse angedeutet wird. Hätten jene eifrigen Conjecturalastronomen sich die in der That nicht sehr grosse Mühe gegeben, sich zuvor eine Art astronomischen Kalender für jeden von ihnen zu betrachtenden Weltkörper zu entwerfen, was mit mehr oder minderer Sicherheit bei dem grössten Theile der Planeten möglich ist, so hätten sie für ihre weiteren Schlüsse einen sichern und von vorausgeschickten Hypothesen freien Boden gewonnen. Allein auch ohne diese besondere Absicht gewährt die einfache Darstellung

Digitized by Google

dieses kosmischen Verhaltens eines Planeten u. dgl. ein eigenthümliches Interesse, und in dem angeführten Aufsatze haben wir eine solche zu geben versucht.

Was unser Beobachtungsinstrument betrifft, so verweisen wir wegen desselben auf die in Schumacher's astronomischen Nachrichten Bd. 8, Nr. 191 vom December 1830 gegebene Beschreibung desselben und fügen nur noch hinzu, dass es im J. 1831 mit einem Positionskreise versehen wurde, wodurch es möglich ward, Distanzen und Richtungswinkel zu bestimmen, und dass wir im J. 1832 ein zweites etwas kleineres Instrument von München erhielten, um gleichzeitig gemeinschaftliche Beobachtungen machen zu können. Im J. 1837 vertauschten wir das bis dahin angewandte Ocular des Mikrometers mit einem achromatischen von Dawe, nach dessen eigner Erfindung, die uns sehr wichtig erscheint, da ein solches Ocular den doppelten Vortheil eines grössern Gesichtsfeldes und einer stärkeren Vergrösserung bei gleicher Klarheit des Gegenstandes gewährt. Unglücklicherweise überraschte ihn der Tod, kurz nachdem er seine Erfindung veröffentlicht hatte, und dies veranlasste wohl, dass man ihr nicht die Aufmerksamkeit geschenkt hat, welche sie verdient. Ueberdies hatte im Jahre 1835 die Königl. Sternwarte zu Berlin den grossen Refractor von 13½ Fuss Focallänge und 9 Zoll Oeffnung des Objectivs erhalten, und dies verschaffte uns Gelegenheit, zu mehreren der feineren Beobachtungen uns dieses bei weitem kraftvolleren Instrumentes zu bedienen. Die Oppositionen des Mars 1837 und 1839 sind grösstentheils in diesem Fernrohre beobachtet, die Mondlandschaft Schröter ebenfalls durch dasselbe gezeichnet worden.

Im Jahre 1839 begannen wir, auf den Vorschlag Bessel's, eine Reihe von Beobachtungen zur Bestimmung der Libration des Mondes. Zu diesen Messungen erschien das Fadenmikrometer nicht geeignet; dagegen versprach das Heliometer zuverlässigere Resultate zur Bestimmung der jedenfalls äusserst kleinen physischen Libration zu liefern. Herr Prof. Encke, Director der Berliner Sternwarte, theilte uns bereitwillig, für die Dauer dieser Beobachtungen, das der Königl. Sternwarte gehörige Frauenhofer'sche Heliometer mit. Erst im Mai des genannten Jahres konnten wir die Arbeit beginnen, da die Vorbereitungen zur Aufstellung eine geraume Zeit erforderten. Die ersten Versuche, welche wir mit diesem Instrumente machten, zeigten uns, dass es, in Absicht auf die zu messenden Distanzen, sowohl das Fadenmikrometer, als auch alle andere zu ähnlichem Zwecke in Anwendung gesetzten Vorrichtungen weit hinter sich zurücklasse. Wir wählten dazu den Jupiter, dessen Durchmesser wir durch 15 Reihen von Beobachtungen bestimmten, so wie einige Doppelsterne, die von Struve und Andern bereits mehrmals gemessen waren, und von denen wir die Resultate am Schlusse dieses Werkes mittheilen. Die Messungen des Positionswinkels dagegen fielen weniger befriedigend aus: es scheint, dass durch einen Faden, der zwei Objecte halbirt, die Richtung schärfer bestimmt werden könne, als durch die Schätzung, ob 4 Puncte in derselben geraden Linie liegen. Bei den Beobachtungen über Libration

Digitized by Google

des Mondes kommen Positionswinkel nicht als Beobachtungsdatum vor, sondern nur Einstellungen dieser Winkel, und hierin ist eine grosse Präcision möglich.

Wir hatten nicht die Absicht, eine vollständige Planetographie zu geben, und deshalb waren wir auch nicht in dem Falle, die Arbeiten anderer Astronomen auf diesem Felde mit in den Plan unseres Werkes zu ziehen. Nur da, wo eine specielle Beziehung auf eine oder die andere dieser Arbeiten genommen werden musste, um den rechten Gesichtspunct für unsere eigne zu finden, haben wir dies nicht unterlassen zu müssen geglaubt. Unser Werk kann und soll nichts weiter seyn, als ein Beitrag zu einer künftigen umfassenden Topographie unsers Sonnensystems, die aber wenigstens die erste Hälfte unsers Jahrhunderts noch nicht schreiben kann. Eine solche müsste mit einer strengen kritischen Sichtung des in früheren Jahrzehenten gegebenen Materials beginnen und nichts davon aufnehmen, wovon das Detail nicht in hinreichender Vollständigkeit mitgetheilt ist und was eine Prüfung seines innern Werthes nicht wohl mehr gestattet. Denn wenn man auch glücklicherweise nur selten Veranlassung finden wird, die Gewissenhaftigkeit der Beobachter in Zweifel zu ziehen, so sind doch Selbsttäuschungen, besonders bei dem frühern unvollkommenen Zustande der Optik, in theoretischer, wie in practischer Beziehung, nur um so häufiger vorgekommen, und es bedarf gewiss nicht der Verunglimpfung eines grossen Namens — ein Verfahren, worüber wir an einer Stelle unseres Werks unser Urtheil nicht zurückhalten konnten — um Beobachtungen zu verwerfen, die ihr Urheber, käme er jetzt wieder, wahrscheinlich selbst verwerfen würde. Erst Herschel's Teleskope und in noch höherem Grade Frauenhofer's Achromate haben der betrachtenden Astronomie zuverlässigere und kräftigere Mittel an die Hand gegeben, auf diesem Felde fortzuschreiten, und solche gründliche Fortschritte sind nicht so rapid, wie es die Ungeduld des Laien gewöhnlich verlangt, am wenigsten bei astronomischen Thatsachen. Bis jetzt sind nur erst wenige Instrumente der grössten Art aufgestellt und in Thätigkeit gekommen; wären ihrer aber auch mehr, und wäre ihre Wirkung auch noch kräftiger, so würde schon die seltne Gelegenheit, den Weltkörper in seiner günstigsten Stellung zu erblicken, ein Hinderniss rascherer Fortschritte bilden. So bleibt Uranus bei jedem seiner Umläufe ein ganzes Menschenalter hindurch dem nördlichen Europa so gut als verborgen und kann selbst im mittlern nur unvollkommen beobachtet werden. Funfzehn Jahre verfliessen, ehe die Kugel Saturn's nach allen Richtungen gemessen und ein Bestimmungsdatum für die Lage und Beschaffenheit seines Ringes erhalten werden kann, und eben so lange Zeit verfliesst, ehe Mars wieder in seine grösstmöglichste Erdnähe gelangt. So blieben Herschel's Satelliten des Saturn's und Uranus der nächstfolgenden Generation verborgen, und erst die jetzige beginnt allmälig ihre Wiederentdeckung. Möge nur in der Folge keine Gelegenheit versäumt werden, solche Fragen zu lösen, und möge man die astronomischen Phänomene mit desto grösserem Eifer verfolgen, je seltner sie sich bieten! — ein Wunsch, dessen Erfüllung wesentlich davon abhängen

Digitized by Google

wird, ob der Friede, den Europa seit einem Vierteljahrhundert geniesst, und der die Wissenschaften zu einem vordem nie gekannten Flor gefördert hat, den civilisirten Nationen erhalten werden wird. Nur, wenn diese schönste aller Hoffnungen uns nicht täuscht, wenn das Band, das jetzt in wissenschaftlicher Beziehung sie alle umschlingt, sich nie wieder lockert, sondern immer fester und inniger gezogen wird, dürfen wir einer Zukunft entgegensehen, die die Menschheit auf eine immer höhere Stufe geistiger Entwickelung führt.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Der Mond 1
I. Ueber die jenseitige Mondhalbkugel 3
II. Ueber die Rillen der Mondfläche 11
III. Ueber Mondfinsternisse 41
IV. Die Mondlandschaft Schröter 59
V. Die Umgegend des Mond-Nordpoles 63
Saturn 71
VI. Ueber die Bahn der Herschel'schen Saturnssatelliten 73
Ueber die Erscheinung des Saturnsringes, von seinem Hauptplaneten aus gesehen . 81
Ueber den grauen Streifen auf der Saturnskugel 87
Jupiter 89
VII. Ueber die Rotation des Jupiter's 91
Ueber die relative Helligkeit seiner Trabanten 101
Ueber die Abplattung des Planeten 104
VIII. Mars 107
IX. Venus 127
X. Merkur 141
XI. Anhang: Heliometermessungen 147

Digitized by Google

Digitized by Google

I.

Ueber

die jenseitige Mondhalbkugel.

Digitized by Google

Digitized by Google

Wir treffen in der Astronomie auf unzählige Gegenstände, über die wir zu einer ewigen Unwissenheit verurtheilt zu seyn scheinen, und nichts ist natürlicher, als dass die Phantasie sich an diesen versucht und sie für ihre Gebilde in Anspruch nimmt. Auch der jenseitigen Mondhalbkugel ist es schon in ältern Zeiten so ergangen: Einige hielten sie für halbdurchsichtig — etwa um das aschgraue Licht in der Nachtseite zu erklären? — Andere schrieben ihr eine von der diesseitigen ganz verschiedene Form zu u. dergl. In neuern Zeiten, wo man überhaupt den Seleniten eine so menschenfreundliche Theilnahme geschenkt hat, fand man es für sie auf der diesseitigen Halbkugel zu uneben, starr und felsig, wies ihnen also bequemere Wohnplätze jenseits an und versicherte ihnen zugleich, dass es dort weder an Luft, noch an Wasser fehlen werde. Sie möchten sich deshalb nicht für vernachlässigt halten, denn die diesseitige Halbkugel sey hauptsächlich um der Erde willen da und habe die Bestimmung, deren Nächte zu erleuchten, wozu gerade diese rauhe, felsige Beschaffenheit sich am besten eigne.

Andere ganz absurde und jeder Widerlegung unwürdige Phantasieen mögen hier mit völligem Stillschweigen übergangen werden, da dieser Aufsatz ganz einfach nur dazu bestimmt ist, das herauszuheben, was wir auf dem jetzigen Standpunkte der Astronomie von diesem unserer unmittelbaren Anschauung entrückten Gegenstande mit Gewissheit oder doch mit hoher Wahrscheinlichkeit aussagen können.

Bekanntlich ist der Umstand, dass die jenseitige Halbkugel des Mondes uns unsichtbar bleibt, eine Folge seiner eigenthümlichen Rotation. Indem er diese in derselben Zeit vollendet, welche er zu seinem Umlauf um die Erde gebraucht, bleibt die uns einmal zugewendete Hälfte beständig in dieser Lage. Sollte dies in aller Strenge der Fall seyn, so dass ein und derselbe physische Punkt stets den scheinbaren Mittelpunkt der Mondscheibe bildete, so müssen Rotation und Revolution nicht blos im Ganzen, sondern auch in allen einzelnen Punkten der Bahn gleichen Schritt halten und zugleich beide in derselben Ebene vor sich gehen. Ersteres ist nicht der Fall, denn die gleichförmige Rotation ist dem ungleichförmigen Umfange bald voraus, bald hinter ihm zurück; letzteres ebenfalls nicht, denn die Ebenen beider Bewegungen bilden mit einander einen (etwas veränderlichen) Winkel, der sich stets aus zwei Theilen zusammensetzt: dem Winkel des Mond-

Digitized by Google

äquators mit der Ekliptik, der unabänderlich 1° 28′ 47″ beträgt und dem Winkel der Mondbahn an der Ekliptik, der zwischen 5° 0′ und 5° 18′ schwankt. Jener Umstand bewirkt, dass die Erde bald etwas östlich, bald etwas westlich von demjenigen Punkte des Raumes steht, welcher stets den gleichen Mondpunkt als Mittelpunkt der Scheibe erblickt, und dass sie also wechselsweise an der östlichen und westlichen Seite des Mondes einen ihr früher verborgenen Randtheil sieht: der zweite hingegen veranlasst, dass wir über die Rotationspole hinaus abwechselnd im Norden und im Süden Randtheile wahrnehmen (Librationen der Länge und Breite). Im Osten und Westen kann die Libration bis auf 7° 53′ der Mondkugel gehen, im N. und S. bis 6° 47′, woraus weiter folgt, dass sie unter dem 40° nördlichen und südlichen Breitengrade der Mondkugel bis auf 10° 24′ steigen könne. Der Theil der Mondfläche also, den wir niemals sehen, ist von einer Ellipse begrenzt, die eine doppelte Seitenabplattung zeigt. Sie geht, wenn man östliche und westliche Längen auf der Mondkugel unterscheidet, und beide von Null (dem der Erde zugewendeten mittlern Meridian) bis 180° (der Antipode desselben) herumzählt, durch folgende Punkte:

0°	Br.	. . .	97° 53′	östl.	und	westl. Länge
∓ 20°	„	. . .	98° 52′	„	„	„ „
40°	„	. . .	102° 50′	„	„	„ „
60°	„	. . .	115° 0′	„	„	„ „
83° 13′	„	. . .	180° 0′	„	„	„ „

und sie theilt die gesammte Mondoberfläche beiläufig im Verhältnisse von 4 : 3, so dass wir 0,569 der Oberfläche sehen und 0,431 nicht. Es kann noch hinzugefügt werden, dass auch von verschiedenen Punkten der Erde aus nicht völlig genau dieselbe Hälfte des Mondes gesehen wird, da gerade Linien, welche von zwei Erdorten aus nach dem Centro der Mondkugel gezogen werden, die Mondoberfläche auch an zwei Punkten schneiden müssen (parallaktische Libration). Dies bewirkt, dass man, von allen Erdorten zusammengenommen, noch $\frac{1}{7}$ Grade (5 Lieues) über die obige Grenzlinie hinaussieht, wodurch der absolut unsichtbare Theil der Mondoberfläche auf 0,4243 des Ganzen sich vermindert.

Die Ausdehnung des unsichtbaren Theiles ist von O. nach W. 1118 Lieues, von N. nach S. 1135 und von 40° NB. bis 40° SB. zu beiden Seiten 1083, dagegen die des sichtbaren Theils nach denselben Richtungen 1333, 1317, 1367 Lieues.

Allerdings sieht man von der Erde aus Alles, was über den mittlern Rand hinausliegt, nur in sehr starken optischen Verkürzungen, und eine Zeichnung dieser Gegenden würde an Genauigkeit und Vollständigkeit denen der besser sichtbaren weit nachstehen; gleichwohl gestatten sie auch in dieser Beschränkung uns noch immer, ihre allgemeine Configuration mit der des diesseitigen Theiles vergleichend zusammenzustellen.

Die Beobachtungen zeigen uns nun diese Gegenden, die zusammengenommen $\frac{1}{7}$ der jenseitigen Halbkugel ausmachen, in keinem wesentlichen Punkte von den übrigen verschieden. Sowohl die Berglandschaften, als die sogenannten Mareflächen finden sich hier vor. Ueber den Nordpol hinaus erblickt man einige grosse Wallebenen, zwischen ihnen Kettengebirge von mittlerer Höhe und helle Ebenen von geringerer Ausdehnung, ähnlich wie in den arktischen Gegenden diesseit des Nordpoles (vergleiche den folgenden Aufsatz). Im NW. reicht das *Mare Humboldtianum*, dessen hohe Grenzgebirge noch ziemlich gut erkannt werden, in die jenseitige Halbkugel hinein, so wie einige Theile des *Oceanus procellarum* im O., das *Mare Australe* im SW. und ein Theil der grossen Fläche Kästner, die an Umfang den kleinern Maren nahe kommt, im W. In den übrigen Gegenden finden sich Gebirge verschiedener Art und Form, besonders grosse Wall-

Digitized by Google

ebenen hinter *Bailly* und *Lagrange* im SO.; und hinter *Humboldt* und *Hekaläus* im SW. Fast gerade im O. ragen die hohen Spitzen des Gebirges *d'Alembert* empor, ähnlich den diesseitigen, aber weniger hohen der *Cordilleras*. Am Südpol endlich zeigt sich dasselbe Gedränge kolossaler Höhen und Tiefen zu beiden Seiten, und die dort hervorragenden grossen Randunebenheiten gehören der Mehrzahl nach zur jenseitigen Halbkugel.

Ein wesentlicher Unterschied der jenseitigen Randlandschaften von den diesseitigen tritt demnach eben so wenig hervor, als sich ein solcher zwischen den Randlandschaften überhaupt und denen der besser sichtbaren Mondgegenden im Allgemeinen nachweisen lässt.

Die Mondoberfläche hat ihre Gestalt höchst wahrscheinlich Eruptionen zu verdanken, die, von Innen nach der Oberfläche wirkend, die grossen Wall- und Ringgebirge, so wie — allem Anschein nach später — die kleinen Crater, so wie die Centralberge und die übrigen Unebenheiten hervorbrachten. Die nahe Erde, die bei diesen Vorgängen, wenn auch noch nicht ausgebildet, doch gewiss als anziehende Masse bereits vorhanden war, konnte wohl nicht ohne Einfluss darauf bleiben; allein hier fragt es sich hauptsächlich, ob dieser Einfluss in Beziehung auf die verschiedenen Regionen des Mondes ein wesentlich verschiedener gewesen sey, und dieses scheint verneint werden zu müssen.

Wäre nämlich die Stellung einer Mondgegend gegen die Erde ein Hauptmoment bei der Ausbildung der Oberfläche gewesen, so würden wir irgend eine der verschiedenen, auf dem Monde vorkommenden Bildungsformen um die Mitte herum in ihrem Maximo, und zugleich am entschiedensten charakterisirt, vorfinden, während sie nach den Rändern hin sowohl an Zahl und Ausdehnung, als auch der charakteristischen Eigenthümlichkeit nach je weiter, desto mehr abnähme. Wir können keine solche namhaft machen. Die Kreisform ist durchweg der allgemeine Typus der Mondgebilde. Abweichungen im Einzelnen sind um die Mitte herum weder häufiger noch seltener als anderwärts, und wenn die Rillen hier etwas zahlreicher geschen werden, so muss man nicht vergessen, dass die Schwierigkeit, so feine Gegenstände wahrzunehmen, von der Mitte nach dem Rande zu rasch zunimmt. In dem uns noch sichtbaren Siebentheile der jenseitigen Halbkugel wäre es gewiss unmöglich, Rillen noch zu erkennen, sollten sie hier auch noch so zahlreich seyn.

Auf dem mittlern Meridiane des Mondes zeigt sich in der Südhalbkugel eine Kette grosser breiter Wallebenen, von Nord nach Süd ziehend. Aber ähnliche zeigen sich auch im O. und noch besser und bestimmter im W., so dass dies wenigstens keine der Mitte eigenthümliche Formation ist. Leichter noch ist es, einen merklichen physischen Unterschied zwischen der Nord- und Südhalbkugel des Mondes nachzuweisen: in ersterer sind die Gebirgsparthieen durch grosse Mareflächen insel- und halbinselartig von einander getrennt; in der andern ist dies nur noch in der Nähe des Aequators der Fall, wogegen weiterhin fast nur helle Berglandschaften vorkommen. Dieser Gegensatz aber bezieht sich, wie man sieht, nicht auf die Stellung gegen die Erde.

Man könnte noch die Analogie der übrigen Trabanten im Sonnensystem zu Hülfe nehmen. An denen des Jupiter hat Herschel kleine Variationen des Glanzes wahrgenommen, die von der verschiedenen Oberflächengestaltung abhängig zu seyn scheinen und auf ein ähnliches Rotationsverhältniss, wie das unsers Mondes deuten, allein ein stärkeres oder schwächeres Licht derselben in der obern Conjunction, verglichen mit der untern, ist nicht bemerkt worden. Der auffallend starke Lichtwechsel beim äussersten Saturnsmonde zeigt seine Extreme gleichfalls nicht in den Conjunctionen, wie es der Fall seyn müsste, wenn hier ein Gegensatz der für Saturn sichtbaren und der ihm unsichtbaren Halbkugel zum Grunde läge, sondern auf der Ost- und Westseite in den Elongationen. In diesen Systemen ist also mindestens die Leuchtungs- (Zurückstrahlungs-) fähigkeit der abgewendeten Trabantenhalbkugeln im Ganzen dieselbe wie bei der dem Planeten

Digitized by Google

zugewendeten: ein näheres Eingehen auf die Gestaltung ihrer Oberflächen ist uns bei der grossen Entfernung dieser Körper nicht möglich.

Es ist demnach kein Grund zu der Annahme vorhanden, als sey die jenseitige Halbkugel des Mondes eigenthümlich von der diesseitigen verschieden, was die Gestaltung der Oberfläche betrifft, und diese Betrachtung mag das Bedauern mässigen, das man so oft über den uns versagten Anblick jener Regionen äussern hört.

Er wird auch den spätesten Jahrtausenden unsers Erdkörpers versagt bleiben, wie er es den frühesten war, ja es werden sogar, nach Laplace's scharfsinniger Analysis, nicht einmal die gegenwärtigen Grenzen der Sichtbarkeit sich für irgend eine Folgezeit erweitern oder verrücken. Letzteres würde z. B. der Fall seyn, wenn die seculären Ungleichheiten des Mondlaufes nicht zugleich für die Rotation mit stattfänden. Allein merkwürdiger Weise nimmt die sonst ganz gleichförmige Mond-Rotation an diesen Ungleichheiten Theil, und so bleibt den Erdbürgern keine Aussicht, die Mond-Antipoden zu sehen, es müsste denn das Archimedische:

„Nur ein weniges Erde beding' ich mir ausser der Erde"

sich einst auf irgend eine Weise realisiren.

Das Bisherige betraf die Oberflächengestaltung im Allgemeinen: wir glauben aber, dass sich in Beziehung auf das Vorhandenseyn gasförmiger und tropfbarer Flüssigkeiten mit noch grösserer Sicherheit ein ähnlicher Schluss machen lässt. Die ersteren müssen sich ihrer Natur nach um die ganze Kugel herum in's Gleichgewicht setzen; die Anziehung der Erde könnte nur eine höchst unbedeutende Differenz der Dichtigkeit oder des Volumens bewirken: und fehlt die Atmosphäre der diesseitigen Hälfte ganz, so kann auch die jenseitige sie nicht haben. Da nun aber Luft und Wasser in Wechselwirkung gedacht werden müssen, und namentlich bei gänzlichem Mangel an Luft auch das Wasser als ein die Oberfläche bedeckendes Fluidum wegfallen muss, so können wir nicht umhin, letzteres der jenseitigen Halbkugel eben so wohl, als der diesseitigen abzusprechen, und eben so alle unsere meteorologischen Phänomene.

Noch möge hier Einiges in Bezug auf die obige teleologische Distinction gesagt seyn. Gewiss ist es eine der würdigsten und erhebendsten Beschäftigungen des denkenden Geistes, den Zwecken des Schöpfers nachzuspüren und den ethischen Grund der Natur zu erforschen. Auch mag dies Bestreben da nicht gänzlich fruchtlos seyn, wo das Factische in seinem Zusammenhange vollständig vorliegt und von dem genügend Bekannten auf das Unbekannte geschlossen wird. Aber wenn wir umgekehrt aus vermeintlichen Naturzwecken die Natur selbst erst construiren wollen; wenn wir unsere Phantasiegebilde durch nichts Anderes beglaubigen können, als durch die Annahme, die Gottheit müsse die Absicht x gehabt, und dieser Absicht gemäss die Form $y = \varphi x$ gebildet haben, so steht es gewiss um die Realität beider unbekannten Grössen herzlich schlecht. Ueberdies muss schon eine vorurtheilsfreie Betrachtung der Naturformen auf unserem Erdkörper uns belehren, dass zunächst und hauptsächlich jedes erschaffene Wesen den Zweck seines Daseyns nicht in einem fremden ausser sich, sondern in sich selbst habe, womit eine höhere Harmonie des Ganzen gar wohl bestehen kann. Warum nun soll es als Hauptzweck eines Weltkörpers gedacht werden, einen andern zu beleuchten? vollends bei einem Körper, dessen Licht der andere, wie es den Anschein hat, ohne sonderlichen Nachtheil entbehren kann? Wenn wir einen demselben Systeme huldigenden Seleniten fragten, wozu die Erde erschaffen sey, würde er nicht — und mit 28 Mal grösserem Rechte*) als wir — antworten müssen: „um eine Halbkugel meines

*) Denn die Erdscheibe ist selenocentrisch 14 Mal grösser, als die Mondscheibe geocentrisch; ferner erleuchtet die Erde alle Nächte der diesseitigen Halbkugel des Mondes nach ihrem ganzen Verlaufe; der Mond nicht ganz die Hälfte der unsrigen.

Digitized by Google

Mondes zu erleuchten!“ und würden wir ihm dies, als Hauptzweck des Erdkörpers gedacht, zugestehen? Es scheint in der That, dass die jetzt so beträchtlich erweiterten Aussichten in das Universum das Menschengeschlecht noch immer nicht dahin geführt haben, den alten Hochmuth, der Alles auf sich bezieht, und der die Gottheit ausschliesslich mit der Beförderung seines Wohls beauftragt, ganz und auf immer fahren zu lassen: höchstens lässt man bei den Hauptplaneten einen Selbstzweck gelten und Sonnen wie Monden nur erschaffen seyn, um sie zu beleuchten.

Hierüber möge noch bemerkt werden, dass ein genaues Eingehen in die Naturverhältnisse der Trabantensysteme der als Hauptzweck angenommenen Beleuchtung des Planeten nichts weniger als günstig ist. Für Jupiter z. B. gehen alle Vollmonde (obern Conjunctionen) der drei innern Trabanten ganz verloren, nur von denen des sehr schwach leuchtenden vierten sieht er die kleinere Hälfte. Für die Polargegenden Jupiters (also gerade für die, welche nach unsern Begriffen des Trabantenscheins am meisten bedürften) geht aller Mondschein verloren, denn schon jenseit des 80° joviecentrischer Breite geht der innerste Mond nicht mehr auf, jenseit des 88° auch der vierte nicht mehr. Ueberhaupt verweilt jeder Jupitersmond weit länger unter dem Horizont eines gegebenen Ortes des Planeten, als über demselben, eine Einbusse, die für höhere Breiten immer beträchtlicher wird. Nicht selten ist es, dass selbst unter dem Aequator eine ganze Jupitersnacht hindurch keiner der vier Monden aufgeht. — Für die Beleuchtung Saturn's kann fast nur der älteste (sechste oder Huygenessche) einigermassen in Betracht kommen, da die übrigen zu lichtschwach oder zu entfernt sind, um merklich zu leuchten: dieser aber ist den Umwohnern der Pole ebenfalls verborgen. Vom Ringe Saturn's wird weiterhin gezeigt werden, dass er den Saturnsbewohnern nur die kurzen Sommernächte theilweis beleuchte, dass er dagegen im Winterhalbjahr einen grossen, ja vielen Gegenden den grössten Theil der Tage gänzlich raube, indem er Jahre hindurch die Sonne verdeckt, und wir Erdbewohner würden in dieser Beziehung eben keine Ursache haben, für das Geschenk eines planetarischen Ringes sonderlich dankbar zu seyn.

Unser Mond ist nun freilich so ungünstig nicht gestellt: seine weder dem Aequator noch der Ekliptik parallele Bahn ist Ursache, dass Finsternisse zu den seltnern Erscheinungen gehören und dass die Polarbewohner seines Scheines nicht verlustig gehen; aber dennoch fehlt viel an einer durchaus zweckmässigen Stellung und Bewegung desselben, wenn man den in Rede stehenden Zweck obenan stellen will.

Merkur, Venus und Mars, die unserer Erde doch in vielen Beziehungen so ähnlich sind, haben keine Monde erhalten, woraus mindestens folgt, dass Trabanten keine wesentliche Bedingung des planetarischen Lebens, das Licht derselben also auch kein unabweisbares Bedürfniss ihrer Bewohner ist. Um so weniger also werden wir den vermeintlichen Beleuchtungszweck in irgendwelcher Schlussfolge als Vordersatz aufstellen, namentlich also nichts zu Gunsten einer Verschiedenheit in der Formation der beiden Halbkugeln des Mondes daraus ableiten dürfen.

Haben sich die beiden Mondhälften im Anfange nach gleichem Typus gestaltet — und die oben angeführten Thatsachen machen dies höchst wahrscheinlich — so wird auch im weitern Verlaufe die Erde keinen merklichen Einfluss auf den Naturbau des Mondes ausgeübt haben. Die Differenz ihrer Anziehung auf beide Mondseiten ist zu unbedeutend; dass die Erdstrahlen eine erwärmende Kraft besässen, die gegen die Kraft der Sonnenstrahlen in einigem Betracht käme, kann nach directen Versuchen über das Mondlicht nicht angenommen werden: die chemischen Wirkungen des Erdlichts endlich werden denen des Mondlichts bei uns adäquat; also, obgleich quantitativ stärker, als diese, doch wohl ebenfalls als verschwindend und unmerklich angesehen werden können. So lange demnach nicht ein noch unbekannter Einfluss der Erde auf den Mond, der an die Bedingung des Zugewendetseyns geknüpft und zugleich mächtig genug ist, die Natur

Digitized by Google

im Grossen umzugestalten, nachgewiesen werden kann, mögen wir annehmen, dass beide Halbkugeln des Mondes nicht allein durchaus continental, sondern auch in gleicher Art mit weiten, ebenen Flächen, Ringgebirgen, Cratern, Bergadern u. s. w. angefüllt sind und auf beiden im Wesentlichen dieselbe Naturöconomie bestehe.

Wenn wir aber den Mond nicht blos betrachten, sondern uns im Geiste auf seine Oberfläche selbst versetzen, wenn wir ihn zum Standpunkte einer Weltbeschauung machen, gewinnt die Sache ein andres Ansehen, und es treten höchst wesentliche Unterschiede zwischen beiden Halbkugeln ein; Unterschiede, von denen weder die Erde noch ein Planet etwas weiss, ja die zum Theil nur auf unserm Trabanten in solcher Bestimmtheit hervortreten. Während nämlich auf der diesseitigen Halbkugel eine eigentliche Nachtdunkelheit gar nicht eintritt, sondern die nie untergehende Erde jede Nacht in nahe gleichem Maasse erleuchtet (denn der Phasenwechsel der Erde fällt seinem mittlern Verlaufe nach mit dem Tagszeitenwechsel des Mondes zusammen), hat die jenseitige Halbkugel nur absolut dunkle Nächte, die auch an Dauer nur wenig verschieden sind, wenn wir die äussersten Polargegenden ausnehmen.

Dem oben nach Lage, Gestalt und Grösse angegebenen Flächenraume, der uns stets verborgen bleibt und von dem das hier Gesagte der Strenge nach nur gelten kann, entspricht auf der diesseitigen Halbkugel ein ihm congruenter Flächenraum, der die Erde beständig sieht, und zwischen beiden liegt eine Zone, die am Aequator 15° 46′ (107 Lieues), an den Polen 13° 34′ (92 Lieues), und unter 40° Nord- und Südbreite 20° 48′ (142 Lieues) Breite hat, und innerhalb welcher die Erde, jedoch keineswegs allnächtlich, auf- und untergeht, die also abwechselnd erdhelle und ganz dunkle Nächte haben. $\frac{1}{4}$ der gesammten Mondoberfläche kommt auf diese Zone, $\frac{3}{4}$ auf den Theil, der die Erde beständig, und $\frac{3}{4}$ auf den, der sie niemals erblickt.

Allein auch die Tage zeigen dies- und jenseits eine Verschiedenheit sowohl der Dauer, als der Intensität des Sonnenlichtes nach. Wenn die Mond-Antipode, d. h. der Meridian, welcher den stets unsichtbaren Theil halbirt, die Sonne im Mittag sieht, so steht der Mond der letztern um den ganzen Durchmesser seiner Bahn näher, als wenn (im Vollmonde) die diesseitige Hälfte allein Tag hat. Da der Durchmesser der Mondbahn $\frac{1}{220}$ des Abstandes der Erde von der Sonne beträgt, so wird die Stärke der Erleuchtung für beide Hälften sich nahe wie 99 : 100 verhalten, und aus gleichem Grunde wird man dort die Sonne durchschnittlich im 9′, 6 im Durchmesser grösser erblicken, als diesseits. Andrerseits verliert die jenseitige Halbkugel etwas an der Länge des Tages. Während nämlich der Mond von der letzten Quadratur zur ersten rückt, ist die wirkliche Bewegung des Mondes der scheinbaren der Sonne entgegengesetzt, und letztere wird dadurch etwas beschleunigt; es tritt also eine (von der selenographischen Breite nicht abhängige) Verspätung des Sonnen-Aufganges und Beschleunigung des Sonnen-Unterganges ein, die für den Meridian der Antipode zusammengenommen 33′ 56″ beträgt. Da nun das entgegengesetzte Verhältniss den Tag der diesseitigen Hälfte um eben so viel verlängert, so hat man

	Mittlere Dauer des Mondtages.
Für den Meridian der diesseitigen Mitte	354 55′ 57″
„ „ „ „ jenseitigen „	353h 48′ 2″

Die grellen Contraste des Lichts und des Schattens auf dem Monde, so wie die grosse Bestimmtheit und Regelmässigkeit ihres periodischen Wechsels und ihrer Abstufungen könnten auf die Vermuthung führen, dass das Licht überhaupt in der dortigen Naturöconomie eine viel wichtigere Rolle spiele, als bei uns. Organismen, die des Sonnenlichts eben so unausgesetzt bedürften, als wir der Luft, kann die Erde nicht beherbergen; auf dem Monde muss die Möglichkeit ihrer Existenz zugegeben werden, sie würde sich indess auf die Polarberge beschränken, welche

Digitized by Google

ewigen Sonnenschein haben *). — Die Bewohner der diesseitigen Hälfte besitzen an der Erde, ihrem Phasenwechsel und ihrer Rotation, eine beständige und verhältnissmässig genaue Uhr; die andere Seite entbehrt dieses Vortheils, sie hat nur den Lauf der Sonne, und Nachts den der Fixsterne als natürliche Uhr, die — wenn man nicht künstliche Hülfsmittel anwendet, an Genauigkeit und Bequemlichkeit jener bei weitem nachsteht. Die jenseitige Halbkugel kennt gar keine Finsternisse; die diesseitige beobachtet ziemlich zahlreiche (und darunter totale von zwei Stunden Dauer) der Sonne; auch zuweilen eine sehr kleine (wohl kaum wahrnehmbare) der Erde. Ein Kalender für die jenseitige Halbkugel müsste eine wesentlich verschiedene Einrichtung von denen der diesseitigen erhalten.

Versetzen wir nun noch in Gedanken einen Astronomen auf die jenseitige Mondhalbkugel, und wir haben ihm die trefflichste Sternwarte, die im ganzen Sonnensysteme zu finden ist, angewiesen. Er möge in einer, nicht in zu grosser Entfernung vom Aequator gelegenen Ebene beobachten. Die Sonne sinkt mit ihrem untern, und $\frac{4}{5}$ Stunden später mit ihrem obern Rande unter den Horizont. Die Dunkelheit hat inzwischen allmälig zugenommen, zuletzt sind nur noch einige Hochgipfel der Wallgebirge erleuchtet; auch sie verlöschen, und es ist völlige Nacht. Jetzt hat er 350 Stunden lang die freieste Wahl. Die Gestirne bewegen sich für ihn nicht schneller, als für uns der Polarstern; er kann absolute, wie relative Bestimmungen mit der grössten Ruhe unternehmen und ist sicher, durch keine Bewölkung, Unruhe der Luft etc. gestört zu werden. Er entdeckt, z. B. einen Kometen: sofort verfolgt er ihn in beliebig gewählten gleichen Zeitintervallen, und erhält im Laufe der einen Nacht eine Reihe von Ortsbestimmungen, hinreichend zahlreich und genau, um folgenden Tages aus ihnen die Bahn zu bestimmen und für die nächste Nacht eine Ephemeride zu berechnen. Doch nicht dies allein. Er hat die Form des Kometen gleich anfangs gezeichnet und ohne Unterbrechung die Veränderungen wahrgenommen, die er im Laufe der Nacht erlitten. Da die Dunkelheit der Nacht sich ganz gleich bleibt, und auch die verschiedene Höhe des Gestirns über dem Horizont nicht nachtheilig einwirkt, so sind keine optischen Täuschungen zu befürchten, und es hängt nur vom Beobachter ab, sich nichts entgehen zu lassen, was in der ganzen langen Zeit am Kometen vorgeht. Eben so verhält es sich mit den Bestimmungen der Planeten- und Trabantenörter, der Beobachtung der Planetenoberflächen u. s. w. Was der Astronom in irgend einer Nacht gesehen, wird er in keiner folgenden vergebens suchen, oder im Gegentheil sogleich mit Sicherheit auf eine wirkliche Veränderung schliessen.

In ähnlicher Art verfolgt er am Tage einen Sonnenfleck, den er Morgens am Ostrande der Sonne eintreten sieht, durch alle Lagen hindurch bis zum Verschwinden am Westrande, welches noch vor Einbruch der Nacht erfolgt, und gewinnt gleichzeitig eine lückenlose Aufeinanderfolge der physischen Veränderungen dieses Flecks. Am folgenden Morgen kann er dann sogleich den zurückgekehrten Fleck aufsuchen und entscheiden, ob eine Wiederkehr stattgefunden.

Kein bekannter Planet oder Trabant vereinigt solche Vortheile und in solchem Maasse. Auf erstern ist durchgängig die Rotation ungleich rascher und die atmosphärischen Hüllen, die einigen in noch stärkerem Maasse, als der Erde zugetheilt zu seyn scheinen, der Himmelsanschauung sehr hinderlich. Von den Trabanten ist nur der äusserste des Saturns und vielleicht einige noch

*) Die Sonne sinkt unter den wahren Horizont eines Mondpols höchstens nur um den Betrag der Neigung des Mondäquators, also 1° 30′ herab. Allein die Kleinheit der Mondkugel veranlasst, dass man schon bei 305 Toisen Erhebung $1\frac{1}{4}$° unter den wahren Horizont hinabsieht. Nun liegen aber am Nordpol Berge von 1500, und am Südpole sogar von mehr als 2000 Toisen Höhe, und folglich kann den Gipfeln dieser Berge der Sonnenschein nie entschwinden.

Digitized by Google

problematische des Uranus mit noch längeren Nächten, als unser Mond bedacht worden: allein hier würde man von der Sonne und den untern Planeten wenig Detail wahrnehmen, ohne deshalb die obern erheblich besser zu sehen. — Unser Mond hingegen vereinigt alle die Vortheile, welche die Erde zur bessern planetarischen Sternwarte machen, mit der ihm als Trabanten eigenthümlich zukommenden: und während auf der diesseitigen Hälfte die nähern und heller glänzenden Objecte, insbesondere die Erde selbst, ein überaus reiches Feld der astronomischen Forschung darbieten, eröffnen sich jenseits die geheimnissvollen Tiefen des Fixsternhimmels, in die unser Rohr nicht mehr einzudringen vermag; denn frei von Schwächung, Ablenkung und anderweitiger Störung gelangt der Lichtstrahl zum Auge des Beschauers, dem es vergönnt wäre, einen so erhabenen Standpunct einzunehmen.

Digitized by Google

II.

Ueber

die Rillen der Mondfläche.

Digitized by Google

Digitized by Google

Je mehr wir bei Betrachtung fremder Weltkörper, und selbst des nahen Mondes auf die Wahrnehmung der äussern Formen beschränkt sind, desto wichtiger ist es, diese in ihren Eigenthümlichkeiten aufzufassen und vergleichend zusammenzustellen. Dies gilt besonders von denjenigen Formen, zu denen unsere Erde keine oder doch nur zweifelhafte und ungenügende Beispiele darbietet, und die folglich auf einen verschiedenen Gang hindeuten, den die Natur bei Ausbildung dieser Weltkörper genommen hat. Denn nicht nur als ein Bestehendes, sondern auch als ein Gewordenes haben wir die Körperbildungen zu betrachten, und der ursprüngliche Zustand des Weltsystems, so weit er zu erforschen ist, bietet ein nicht geringeres Interesse, als die gegenwärtige Constitution desselben.

Die Mondrillen sind fast bis auf die neuesten Zeiten herab den Beobachtern unbekannt geblieben; weder bei Hevel und Riccioli, noch bei Cassini, Lahire und Mayer ist die geringste Spur davon aufzufinden; selbst Herschel's berühmte Teleskope waren bereits in voller Thätigkeit, als man noch nichts von diesen merkwürdigen Bildungen wahrgenommen hatte, und die erste der Mondrillen datirt nur wenige Monate früher, als der letzte der Saturnsmonde.

Am 5. December 1788 sah Schröter zuerst eine derselben, welche vom Hyginus, einem Crater von 0,8 Meilen (1,3 Lieues) Durchmesser, nach Nordosten sich erstreckte und in das sogenannte *Mare Vaporum* auslief; späterhin entdeckte er noch einen nach SW. ziehenden Theil derselben, so wie eine andere in der Nähe, welche gegen den Mondfleck *Ariadaeus* hin zog. Lange blieb unsere Kenntniss auf diese beiden beschränkt; erst Pastorff und Gruithuysen fanden mehrere derselben in verschiedenen Gegenden des Mondes: Lohrmann trug diese und mehrere andere von ihm entdeckte in seine Karten ein: die meisten derselben sind aber von uns bei Bearbeitung der *Mappa Selenographica* neu entdeckt.

Aus dem Angeführten wird es bereits erhellen, dass diese Gebilde nur mit grosser Schwierigkeit sichtbar, und nur wenig specielles Detail in ihnen erkennbar seyn werde. Indess kann man ihren Character im Allgemeinen folgendergestalt angegeben. Eine sehr schmale und lange, entweder gradeaus gehende oder nur mässig gebogene furchenartige Vertiefung mit sehr steilen, parallelen Rändern, meist ohne eigentlichen Wall. Im Vollmonde zeichnen sie sich als zarte, weisse Linien aus, in den Phasen häufig als schwarze, da man alsdann gewöhnlich nur die Schatten des

Digitized by Google

einen Randes erblickt. Sie ziehen oft durch Crater hindurch, oder dicht an ihnen vorbei; einige enden auch in Cratern: viele dagegen liegen in Ebenen und ihre Endpuncte sind durch nichts ausgezeichnet. Ihre Breite ist durch die ganze Länge ihres Laufs hin gleich, oder doch wenig veränderlich: in letzterm Falle zeigt sich die Erweiterung nie an dem einen Ende, sondern irgendwo in der Mitte. Mehrere sind dicht von Bergen umgrenzt, doch scheint es nicht, dass sie quer über Berge hinliefen. Die meisten ziehen isolirt: einige wenige vereinigen sich aderartig, oder durchkreuzen sich. Ihre Länge steigt von 4 bis 50 Lieues; ihre Breite geht nicht über 800 Toisen, ist aber bei den meisten weit geringer (unter 200 Toisen Breite würden wir sie schwerlich mehr erkennen).

Ihr Vorkommen scheint an keine besondere selenographische oder physische Bedingung geknüpft zu seyn. Sind sie auch im Ganzen nicht häufig, so wüssten wir doch keine grössere Mondlandschaft zu nennen, der sie gänzlich abgingen. Dass sie auf der Mitte am besten gesehen werden, ist leicht zu errathen: ihr häufigeres Vorkommen im *Mare Vaporum* und *Sinus Medii* ist daher wohl nur subjectiv. Sonst haben wir sie im hohen Norden und Süden eben sowohl, als in mässigen Breiten, so wie nicht minder im Osten und Westen, so weit feinere Beobachtungen hier möglich sind, wahrgenommen. Zwei von ihnen kommen im Innern der Ringgebirge *Posidonius* und *Petavius* vor, ohne deren Wall zu erreichen. Nur den eigentlichen Hochgebirgen scheinen sie zu fehlen.

Uebergänge zwischen dieser und andern Mondformen sind nicht selten. Die Erweiterungen an einzelnen Stellen der Rille nehmen oft die Gestalt eines länglichen Craters an, und kommen viele dergleichen vor, so erscheint die ganze Rille fast wie eine Verbindung von kleinen Cratern, deren Wälle Oeffnungen aus einer Tiefe in die anderen frei lassen. Solche Craterreihen aber sind auf dem Monde nicht selten, und oft lässt die Beobachtung es zweifelhaft, ob jene schmalen Oeffnungen wirklich vorhanden sind. — Andrerseits kommen Gegenden vor, in denen Berge mit ihren geraden und parallelen Seiten nahe zusammentreten, und so ein kurzes rillenartiges Thal zwischen sich lassen. Andre Thäler ziehen eine lange Strecke geradlinigt und in geringer Breite fort, und unterscheiden sich von den eigentlichen Rillen nur durch die geringere Steilheit und ansehnlichere Breite. Mehrere dieser Thäler streichen ganz in der Nähe eigentlicher Rillen, und parallel mit diesen. Schon aus diesen allgemeinen Andeutungen geht hervor, dass diese Rillen, eben so wie alle andere von uns wahrgenommenen Objecte auf der Mondfläche, wohl nichts Anderes, als Hervorbringungen einer gressen Naturkraft seyen. Hätte man sich stets den Maassstab versinnlicht, den wir — wenn von Beobachtungen anderer Weltkörper die Rede ist — noch anlegen können; und hätte nicht in den letzten Jahrzehenten des abgewichenen Seculums die ungeduldige und vorschnelle Erwartung, die von den neuen Riesentelescopen und ihren angeblich 6000-, 10000-, 15000maligen Vergrösserungen sofort auf eine nahe bevorstehende und recht genaue Bekanntschaft mit den Seleniten schloss, selbst einigen sonst verdienten Astronomen den wahren Gesichtspunkt verrückt, so möchte wohl die Ansicht, welche in diesen Rillen Strassenzüge oder ähnliche Kunstproducte erblickte, niemals im Ernste aufgestellt und verfolgt worden seyn. Bei allen oft mit so grossem Aufwande von Scharfsinn durchgeführten Analogieen dieser Art hat man sonderbarer Weise eine höchst wesentliche Differenz ganz ignorirt — das Verhältniss der Schwere an der Oberfläche der Weltkörper. Wo dieses, wie auf unserm Monde, 6$\frac{1}{2}$mal geringer, als an der Erdfläche ist, treten ganz andere Relationen zwischen Kraft, Last und Bewegung ein. Wir wissen nichts Positives von der Beschaffenheit der dort etwa verkommenden Bauten; das aber kann man mit Wahrscheinlichkeit behaupten, dass sie ganz und gar keine Aehnlichkeit mit den unsrigen haben werden, weder was ihren Zweck, noch was ihre Ausführung betrifft; und dass sie sich, selbst wenn einst die Ferngläser bis zu ihnen durchdringen sollten, durch keine uns bekannte und geläufige Form als solche verrathen werden.

Digitized by Google

So ist unsere Betrachtung fremder Weltkörper ausschliesslich Naturbetrachtung im engern Sinne, und wird dies auch wohl immer bleiben. Es würde dem Astronomen der Gegenwart übel geziemen, wenn er noch ferner gewissen Erwartungen, deren Befriedigung uns, wie es scheint, durch unübersteigliche, von der Natur gezogene Schranken auf immer versagt ist, Vorschub leisten wollte. Was uns auch immer, bei weiter fortgesetzten und genaueren Forschungen, die Oberflächen der Himmelskörper darbieten möchten: stets wird als erste und wahrscheinlichste Vermuthung sich die Annahme herausstellen, dass das Geschene das Werk einer schaffenden Weltenkraft sey, und die nächste Aufgabe wird also die seyn müssen, das Gesetz zu erforschen, nach welchem jene Kraft einst gewaltet hat, oder noch gegenwärtig fortwirkt.

Wenn Ausbruch *(éruption)* das rechte Wort ist, wodurch im Ganzen und Grossen das Wirken der die Oberfläche des Mondes gestaltenden Kraft bezeichnet wird, so wird es darauf ankommen, zu untersuchen, ob auch in Beziehung auf alle einzelnen Bildungsformen jene Annahme eine genügende Erklärung darbiete und wie man sich den Ausbruch modificirt denken müsse, der eine gegebene besondere Art dieser Formen hervorgebracht hat.

Eine vom Innern eines kugelförmigen Körpers nach Aussen hin wirkende Kraft, ihre primitive Ursache sey welche sie wolle, wird am häufigsten nach der Linie des kürzesten Widerstandes wirken, ja sie würde dieser Richtung ausschliesslich folgen, wenn die Dichtigkeit und Cohärenz der widerstehenden Massen nach allen Richtungen hin dieselbe wäre. Wirkt sie also von Innen her senkrecht auf die Oberfläche, so muss sie — die Homogenität der betreffenden Massen vorausgesetzt — im Falle des wirklichen Ausbruchs einen kreisförmigen regelmässigen Crater, im Falle des zu starken Widerstandes hingegen einen rundlichen Berg bilden, und beide Formen sind, wie man leicht sich überzeugen kann, auf der Mondfläche wirklich überwiegend häufig.

War indess die durchbrechende Masse nicht homogen, zeigte sich auf der kürzesten Linie, in Folge dieser Ungleichheiten, der Widerstand stärker, als auf einer andern und längeren, so erfolgten Ausbrüche in andern Richtungen, die Crater wurden länglicht, die Höhe ihres Walles ungleich, die Kraft zersplitterte sich und bildete mehrere nahe liegende Oeffnungen von geringern Dimensionen u. s. w.

Was im Anfange, bei Ausbildung der Oberfläche im Ganzen, stattgefunden hatte, wird sich später, bei mehr und mehr localer Beschränkung der Kräfte und ihrer Wirkungen in ähnlicher Art wiederholt haben: jedoch nur in sofern, als die äusseren Umstände noch dieselben waren. Dies Letztere ist aber im Allgemeinen keineswegs wahrscheinlich. Wo bereits ein Ausbruch stattgefunden hat, da sind nicht allein bedeutende Differenzen des Niveau's entstanden — und der Mond bietet uns deren bis zu 4000 Toisen Höhe dar — sondern auch der Cohäsionszustand der Massen ist wesentlich verändert. Die gewaltsam aus einander gerissenen, zur Seite geschleuderten oder geschobenen Theile können unmöglich denselben Zusammenhang zeigen, als andere, welche ruhig an ihrer Stelle geblieben waren.

Nun aber finden wir fast keine einzige Mondgegend, in der nicht die colossalsten Umbildungen der oben beschriebenen Art vor sich gegangen wären. Selbst die sogenannten Meere — vielleicht mit Ausnahme des kleinen *Sinus Aestuum* — zeigen deutliche Spuren derselben auf, und die späteren Bildungen konnten desshalb weit weniger, als die vorhergehenden, sich auf einen allgemeinen Typus beschränken. Die anomalen Richtungen der Eruptionen mussten je später, desto häufiger werden, und wenn wir daher im Ganzen und Grossen auf dem Monde fast nur Kreise erblicken, so muss in den secundären und auf kleinere Dimensionen beschränkten Formen der Kreis, wenn auch noch immer vorherrschen, ja häufig — da keine spätere Zerstörung hinzukam — in grösserer Reinheit sich zeigen, als bei den grossen Urbildungen, andrerseits aber häufiger in verwandte Formen übergehen, oder auch ganz heterogenen neben sich Raum gestatten.

Digitized by Google

Die Rillen scheinen nun ausschliesslich der spätesten Ausbildungsepoche der Mondfläche anzugehören. Nur unter den ihnen verwandten Bildungen mag es einige geben, die einer frühern Epoche ihre Entstehung verdanken; so wahrscheinlich das grosse Querthal im Hochlande der Alpen und einige Durchbrüche in Gebirgen, die durch ihr geradlinigtes Abschneiden und ihre schroffen Wände an die Rillen erinnern. Im Allgemeinen aber war gewiss der Ausbildungsprocess sowohl der grösseren Ringgebirge, als auch der Berge und Crater von mittleren Durchmessern, schon beendet, als die Rillen, durch rein locale Ausbruchskräfte, entstanden. Eine genauere Beobachtung derjenigen von ihnen, welche auf ihrem Zuge Crater oder Berge treffen, wird in der Folge dienen können, diese Ansicht näher zu prüfen; indess können wir aus unsern eigenen Beobachtungen wenigstens ein bestimmtes Beispiel zur Bestätigung derselben anführen. Die bereits erwähnte, von Schröter als die erste unter allen entdeckte Rille des *Hyginus* zieht durch 10 Crater, deren fünfter, von NO. an gerechnet, *Hyginus* selbst ist. Am 12. September 1832 um 17^h MZ. zeigte die Luft einen für unsere Climate höchst seltenen Grad von Heiterkeit und Ruhe, und eine 303malige Vergrösserung konnte mit dem vollständigsten Erfolge auf den im 42° Zenithdistanz stehenden Mond angewandt werden. Die Lichtgrenze des abnehmenden Mondes fiel in den + 12° selenographischer Länge, die Libration in Breite war + 6° 4′, in Länge — 4° 28′; und die Lage des *Hyginus* ist nach unsern Bestimmungen + 8° 2′ Br. und + 6° 22′ L. — Das Innere des *Hyginus* lag ganz im Schatten, mit Ausnahme zweier feinen, aber stark glänzenden Lichtlinien, deren Lage genau die Fortsetzung der ausserhalb des Craterwalles sichtbaren Rille bezeichnete. Hingegen war der Wall des *Hyginus* da, wo die Rille auf ihn traf, nordöstlich und westlich von einem sehr schmalen, völlig schwarzen Schatten unterbrochen. Folglich zieht die Rille durch *Hyginus* dergestalt hindurch, dass sie seinen Wall gesprengt hat und durch sein Inneres mit erhöhten Rändern fortzieht, ein deutlicher Beweis, dass sie später entstanden sey, als dieser Crater. Bei den übrigen 9 Cratern scheint es ihrer Kleinheit wegen unmöglich, ein Phänomen dieser Art zu beobachten; doch an andern Puncten der Mondfläche finden sich ähnliche Verhältnisse vor, und es dürfte von Interesse seyn, diese mit starken Vergrösserungen unter günstigen Umständen zu untersuchen.

Sind die Rillen Erzeugnisse einer spätern Periode, so ist zugleich ihre Beschränkung auf einzelne, wenngleich auf dem ganzen Monde zerstreut liegende, Localitäten erklärt. Zwar wird man gewiss bei fortgesetzter Beobachtung in manchen Gegenden, die jetzt dieser Form gänzlich zu ermangeln scheinen, noch Rillen entdecken; die grössern und zahlreichern aber können sicher nicht da vermuthet werden, wo eine aufmerksame und planmässige Durchmusterung bis jetzt noch keine einzige hat finden lassen. Als solche Rillenlandschaften kann man namentlich bezeichnen:

1) Das *Mare Vaporum*, insbesondere die Umgegend des Ringgebirgs Triesnecker;
2) der südöstliche, so wie der ihm gegenüberstehende nordwestliche Theil des *Mare Tranquillitatis*;
3) die Gegend im NW. des *Capella* und die benachbarte im N. des *Goclenius* und *Guttenberg*;
4) der südwestliche Winkel des *Mare Humorum*;
5) die Umgegend des *Mersenius*;
6) die Parthie bei Lohrmann und Hevel.

In den hier aufgeführten Landschaften kommen mehrere, gewöhnlich nahe parallele Rillen vor; in der Umgegend des Triesnecker treffen sie auch auf einander und durchkreuzen sich mehrfach. Die übrigen liegen zerstreut in sehr verschiedenen Gegenden des Mondes; doch befinden sich auch unter letztern einige recht grosse und deutliche, z. B. die stark gekrümmte bei Herodot.

Digitized by Google

Mehrere dieser Gegenden sind ganz oder grösstentheils eben, keine darunter eigentliches Hochgebirge. Doch kommen sie fast nie in der freien Mitte der grossen grauen Ebenen vor, sondern, wie namentlich im *Mare Humorum*, am Rande und in den meerbusenartigen Theilen, so dass die meisten mit Gebirgen mittlerer Höhe mehr oder weniger in Berührung kommen.

Und so hat man sich die Rillen vorzustellen als die Wirkungen elastischer Kräfte, die aber, statt normal auf die Oberfläche in einer der Gravitation entgegengesetzten Richtung durchzubrechen, vielmehr durch besondere Localumstände gezwungen, sich parallel unter der Oberfläche fortzogen und den Boden der Länge nach spalteten, wenn sie dies anders vermochten. Denn in den meisten Fällen scheint die Wirkung sich darauf beschränkt zu haben, den Boden blos etwas emporzutreiben und eine sogenannte Bergader zu bilden, eine viel häufiger auf dem Monde vorkommende Form, in welcher übrigens, wie in den Rillen, die geradlinigte Richtung und nächst dem die sanftern Krümmungen vorherrschen, und von denen einige, wie z. B. die schnurgerade und sehr steile Bergader bei Thebit, unter gewissen Erleuchtungswinkeln den Rillen täuschend ähnlich sind.

Wenn wir im Vorstehenden die Bildungsepoche, welcher die Rillen angehören, als die selenogenetisch jüngste bezeichnet haben, so könnte die Frage entstehen, ob diese Bildungen vielleicht noch jetzt vor sich gingen und man sie also gleichsam unter den Augen neu entstehen sähe? Wir wagen hierüber zwar keine absolute Entscheidung, gestehen jedoch, dass die Wahrscheinlichkeit einer solchen Hypothese sehr gering ist. Schliessen die bisherigen Beobachtungen sie auch nicht geradezu aus, so vereinigen sie sich doch mit der gegentheiligen, nach welcher der Mondkörper, seiner äussern Gestaltung nach, gegenwärtig als ein Vollendetes dasteht, auf eine zu ungezwungne und natürliche Weise, als dass man nicht Anstand nehmen sollte, noch jetzt vorkommende gewaltsame Umformungen der Mondoberfläche anzunehmen. Aber es wird noch eine geraume Zeit vergehen, ehe die Beobachtungen über die eine oder die andere Annahme bestimmt entscheiden. So lange das, was man auf der Mondoberfläche neu entdeckt, ausschliesslich nur zu den am schwierigsten sichtbaren Gegenständen gehört, wird eine vorurtheilsfreie Kritik sich stets veranlasst finden, die objective Erklärung auszuschliessen. Wir haben wenigstens bei spätern Durchmusterungen einer Mondgegend, die wir früher schon unter allen Beleuchtungswinkeln, so weit dies erforderlich, beobachtet hatten, nie andere, als sehr feine oder selten sichtbare Gegenstände nachzutragen gefunden: kleine Centralberge, die in jeder Lunation vielleicht kaum 2—3 Stunden lang sichtbar sind, Hügel und Bergadern, die sich erst in unmittelbarer Nähe der Lichtgrenze durch eine Spur ihres Schattens verrathen können, Minima von Cratern und Rillen u. dergl.; nie jedoch einen augenfälligen und leicht unterscheidbaren Gegenstand in Gegenden, die uns, überhaupt genommen, gut zu Gesicht kommen. Eine Zeit von 7—8 Jahren ist freilich sehr wenig, wenn die Rede von Bildungsepochen eines Weltkörpers ist, und man wird uns vielleicht Wahrnehmungen früherer Beobachter entgegenzustellen geneigt seyn, die zu einem von dem unsrigen verschiedenen Resultate gelangt zu seyn glaubten; allein wir haben in unserer Selenographie nachgewiesen, dass die auf stattgefundene Veränderungen bezogenen Beobachtungen Cassini's, Schröter's, Gruithuysen's u. a. sich durch optische, durch Veränderungen der Phase und Libration bewirkte Unterschiede erklären lassen, ja dass die bemerkten Verschiedenheiten sich noch jetzt in gleicher Art wiederholen, sobald nur die gleichen Umstände wiederkehren; wir können also jenen etwas voreilig gezogenen Schlüssen keineswegs beistimmen.

Noch könnte es vielleicht angemessen seyn, einer Ansicht zu gedenken, welche diese Rillen mit den Flüssen unsers Erdkörpers vergleicht und sie entweder geradezu für solche erklärt, oder doch die ausgetrockneten Betten vorzeitlicher Mondströme in ihnen erblickt. Die erstere Meinung dürfte sich leicht als unhaltbar nachweisen lassen: alle Wahrnehmungen vereinigen sich dahin, entweder einen absoluten Mangel der Atmosphäre, und folglich auch des mit ihr in Wechselwirkung

Digitized by Google

stehenden Wassers, oder doch eine so überaus geringe Dichtigkeit der ersteren anzunehmen, dass das letztere in der Art, wie es auf der Erde in Flüssen, Seebecken, Meeren sich vorfindet, ebenfalls geleugnet werden muss. Indess könnte ehemals ein Strom in jenen, jetzt leeren Rinnsalen geflossen seyn, da ja auch unsere Erde einst mit Wasser bedeckt war und jetzt zu 0,28 ihrer Oberfläche aus festem Lande besteht, ja ein noch jetzt fortdauerndes Abnehmen des Wasserreichthums der Flüsse, ein — ob relatives oder absolutes? — Zurückziehen des Meeres von den Küsten Scandinaviens und ähnliche Erscheinungen kaum in Abrede zu stellen sind. Betrachtungen dieser Art kann man *a priori* nichts entgegnen; indess wird ein näheres Eingehen auf die Beschaffenheit dieser Rillen über die Wahrscheinlichkeit einer solchen Annahme entscheiden können.

Denken wir uns einen Augenblick die Erde als ausgetrocknet, und den Grund der Oceane wie der Seen und Ströme blosgelegt, und einen Beobachter auf dem Monde, der mit optischen Hülfsmitteln, wie sie uns zu Gebote stehen, die Erde betrachtet. Der Anblick würde von dem, welchen uns der Mond darbietet, überaus verschieden seyn, sowohl was die Form der Gebirge, als was die Stromsysteme beträfe. Die letzteren würden allerdings nur in ihren breiteren Theilen sichtbar seyn, ja von den meisten theils nur die Mündungen, theils gar nichts, da weder die Breite noch die Tiefe beträchtlich genug seyn dürfte, sie ihrer ganzen Erstreckung und ihren Verzweigungen nach darzustellen. Sie würden an dem einen Ende verhältnissmässig breit und deutlich sichtbar seyn und nach dem andern hin, allmälig schmäler werdend, sich verlieren; man würde, mit wenigen Ausnahmen, die Mündungsseite bestimmt von der entgegengesetzten unterscheiden können; zugleich würden beide Seiten sich durch verschiedene Form und, in der Regel, auch durch verschiedene Helligkeit unterscheiden.

Wie gänzlich verschieden ist nun aber der Anblick einer Mondrille, und wie wenig entsprechen die Localitäten, in denen sie vorkommen, einer solchen der Erde entnommenen Darstellung? Mit Ausnahme einer einzigen und in jedem Betracht isolirt stehenden (der Rille bei Herodot, in der man allerdings das Entspringen in einer Gebirgsschlucht, die mäandrischen Windungen, das allmälige Breiterwerden und die Ausmündung in eine rundliche Tiefe wahrnimmt, und so an die in Seen sich ergiessenden Ströme Mittelasiens lebhaft erinnert wird) nähert sich keine der übrigen den obigen Verhältnissen. Viele von ihnen ziehen im Berglande hin, ohne die Ebenen zu erreichen: andere beginnen und enden in der Fläche, oder ziehen von einem Berge zum andern durch ebenes Tiefland hin. Sie haben fast alle entweder durchweg gleiche Breite, oder sind in der Mitte breiter, als an beiden Enden. Höchst selten ist der Fall, dass sich mehrere vereinigen. Viele sind schnurgerade, und die Tiefe ist bei allen äusserst beträchtlich, da man den in's Innere fallenden Schatten von der Erde aus bemerkt. In den meisten Fällen wird die Tiefe durch Hunderte von Toisen ausgedrückt werden müssen. Die Unwahrscheinlichkeit, dass ein fliessendes Wasser so ungeheuer tiefe Canäle ausgespült habe, wird noch weit grösser, wenn man die 6½mal geringere Schwere auf der Mondoberfläche in Betracht zieht. Wäre also auch in irgend einer Vorzeit Wasser in diesen Rinnsalen gewesen, so müsste wenigstens zugegeben werden, dass sie dem Wasserlaufe nicht ihre Entstehung verdanken können.

Mehrere Rillen des Mondes sind nur etwa 10—12 Mal so lang, als breit, während wir bei den Strömen unserer Erde die Breite nach Fussen, die Länge nach Meilen messen. Eine beträchtlich breite, aber kaum 5 Meilen (8 Lieues) lange zieht von den Centralgebirgen des Petavius über das beulenförmig erhobene Innere hinweg bis zum Fusse des Wallgebirges, eben so plötzlich endend, als sie anfing. Einige sind durch Berge mehrmals unterbrochen, setzen aber jenseits desselben in ganz gleicher Art wie diesseits fort: so die grosse Rille des *Ariadaeus*. Noch andere bilden eine einzige höchst regelmässige Bogenschwingung, obgleich das Terrain, durch welches sie hinziehen, ein stark wellenförmiges und von Hügeln und Bergrücken in den mannichfaltigsten

Digitized by Google

Richtungen durchschnittenes ist. Wie wären endlich die durch Crater ziehenden Rillen, zumal wenn die Art des Hindurchziehens die oben bei der Rille des *Hyginus* beschriebene ist, durch einen Wasserlauf zu erklären?

Fänden auf dem Monde ähnliche atmosphärische Verhältnisse und überhaupt eine der unsrigen verwandte Naturöconomie statt, so könnten bei seiner grossen Nähe deutliche und unverkennbare Spuren derselben uns gewiss nicht entgehen. Ueberzeugen wir uns doch z. B. bei dem einige hundert Mal entfernteren Mars von einer solchen Aehnlichkeit sehr bald, ohne zu allerlei gekünstelten Erklärungen und vorweltlichen Hypothesen unsere Zuflucht zu nehmen. Warum will man gerade nur die Form eines Naturlebens als einzig mögliche gelten lassen, die wir auf unserm Planeten ausgeführt erblicken? Zeigen sich doch schon bei uns in den verschiedenen Climaten, wie in der Lebensweise der Geschöpfe, die ausserordentlichsten Unterschiede, obgleich die elementaren Bestandtheile überall dieselben sind, obgleich das Gravitations-, wie das Dichtigkeitsverhältniss bis auf unerhebliche Differenzen über die ganze Erde hin sich gleich bleiben und bleiben werden: warum sollte nicht für einen Weltkörper, bei dem so höchst wesentliche Grundbedingungen sich anders gestalten, auch das Leben und Walten der Natur in ganz andern Formen, als bei uns sich aussprechen können?

Ist die eben versuchte Erklärung des Entstehens der Rillen durch Zerspaltung der Oberfläche von innen heraus nicht die der Natur entsprechende, so wird eine fortgesetzte aufmerksame Beobachtung uns im Laufe der Zeit eine andere und bessere finden lassen. Dann wird sich auch zeigen, ob das, was wir jetzt unter diesem Gesammtnamen begreifen, wirklich in eine und dieselbe Categorie gesetzt werden könne oder nicht. Schon im Vorstehenden ist angedeutet worden, dass nicht allein sehr bedeutende Differenzen der räumlichen Ausdehnung, sondern auch Uebergangsformen sich finden, so dass sie einerseits mit den Craterreihen, andrerseits mit den flacheren Längenthälern sich verwandt zeigen. Wenn einst sie selbst und ihre Umgebung mit grösserem Detail dargestellt, und sie einzeln genommen in allen Beleuchtungsverhältnissen regelmässig beobachtet seyn werden; wenn es ferner gelingen sollte, über den ursprünglichen Zustand und die Bildungsgeschichte der Weltkörper im Allgemeinen zu bestimmteren Resultaten zu gelangen, dann werden wir auch im Stande seyn, den innern und nothwendigen Zusammenhang dieser jetzt so isolirt dastehenden fremdartigen Gebilde mit den übrigen des Mondkörpers genetisch nachzuweisen.

Es möge nun noch eine tabellarische Zusammenstellung sämmtlicher bis jetzt beobachteter Mondrillen folgen. Wo es möglich war, ist die Zeit der Entdeckung, so wie der erste Entdecker angegeben worden. Die mit keinem Namen bezeichneten sind entweder von uns bei Anfertigung unserer Karte wirklich zuerst gesehen worden, oder die etwanige frühere Entdeckung ist uns unbekannt geblieben. Die beiläufig angesetzte selenographische Länge und Breite bezieht sich etwa auf die Mitte und soll nur zur Auffindung derselben auf der *Mappa Selenographica* dienen.

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
1.	Bei Chr. Mayer	+ 16°	+ 66°	10,5	5,8	1832 Novemb. 11.		Schwer sichtbar. Richtung 3h. mit schwacher Convexität gegen N. Zwischen mässigen Hügeln.
2.	Chr. Mayer β.	+ 16	+ 62	11,6	6,0	1832 Nov. 12.		Schwach. Etwa 500L. breit. Richtig 2h. Fast geradlinigt in der Ebene fortziehend und an einem Crater endend.
3.	Bei Aristoteles.	+ 18	+ 56	18,3	16,9			Ziemlich gut sichtbar. Breite gegen 700L. Richtung 9h u. scheinbar ganz geradlinigt. Das nordöstliche Ende am Wall eines Craters *Aristoteles* C, das südwestliche in einer Hügelgruppe. Ebener Lauf.
4.	Atlas ∂.	+ 50	+ 51	11,1	4,2	1833 Februar 2.		In schwach hügliger Gegend. Richtung 2½h. Am Fusse eines niedrigen Ringgebirges anfangend und sich mit verminderter Breite allmälig verlierend. Krümmung ganz unmerklich.
5.	Bei Bürg.	+ 25	+ 45	22,0	14,5	1837 Jan. 12.		Erst nach Ausgabe unserer Karte entdeckt (von *Mädler* im grossen Refractor der K. Sternwarte). Sie zieht im *Lacus Mortis* von einem Puncte nahe am östlichen Fusse des Bürg in ungleicher Breite und mit geringen Krümmungen der Ostgrenze des *Lacus* zu, und durchschneidet mehrere Hügel. Richtung 4h.
6.	Oestlich von Eudoxus.	+ 12	+ 44	7,2	6,5	1833 Jan. 11.		Richtung 9h. Geradlinigt, schmal und schwer sichtbar. In einer kleinen von einzelnen Bergen umschlossnen Ebene, und zu beiden Seiten an Bergen endend.
7.	Posidonius ε.	+ 34	+ 32	19,3	17,5	(1833 Jan. 26.	Lohrmann.	Ziemlich deutlich, besonders im mittlern Theile ihres Laufes. Richtung 0h. Schwach wellenförmige Krümmung. Ihr nördlicher Theil in dunkler Ebene, der mittlere zwischen flachen Höhen hinstreichend, der südliche wie-

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl.	Länge optisch.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
				Lieues.				der in der Ebene und das äusserste südliche Ende zwischen Hügeln.
8.	Zwischen Posidonius u. Römer.	+ 34°	+ 28°	7,9	7,3	1833 Jan. 26.		In freier Ebene. Nur der mittlere Theil gegen 600′, das Uebrige kaum 400′ breit u. schwer sichtbar. Richtung 0h. Fast geradlinigt.
9.	Im Posidonius.	+ 30	+ 31	3,0	2,4		Lohrmann.	Schmale, etwas gekrümmte Bergspalte, nur mit Mühe sichtbar. Beide Enden in der Ebene auslaufend.
10.	Bei Posidonius ζ.	+ 21	+ 37	14,5	13,5			Schmales, rillenähnlich. Bergthal, wie die Höhen selbst geradlin. fortziehend. Richtung 9h. Die begrenzenden Berge von sehr ungleicher Höhe und Steilheit.
11.	Westl. von Römer.	+ 40	+ 25	5,7	5,6	1833 März 25.		Richtung 0h. Keine Krümmung zu bemerken. Im nördlichen Theile Gebirgsthal; der schmalere südliche in der Ebene.
12.	Sulpicius Gallus ε.	+ 10	+ 21	16,2	16,1	(1830 Apr. 29.)	Lohrmann.	Richtg. 9h. Breite gegen 800′ und ziemlich gut sichtbar. Von einem ansehnlichen Berge des Apennin in einfacher mässiger Krümmung durch wellenförmiges Land bis zum Fusse des *Sulpicius Gallus* ziehend. Der nördliche Rand höher und heller als der gegenüberliegende.
13.	Im Mare Tranquillitatis.	+ 37	+ 10	45,2	40,0	1824 Febr. 18.	Lohrmann.	Richtung 8h. Sehr geringe Krümmungen u. blosse Furche ohne erhöhete Ränder. Durch freie Ebene hinziehend. Nach *Lohrmann* trifft sie auf einige Crater.
14.	(Etwa 4 M. nördlich der vorigen.)	+ 37	+ 11			1824 Febr. 18.	Lohrmann.	Aeusserst schwach und ohne erhölte Ränder. Es ist uns nicht gelungen, sie zu erblicken.
15.	Plinius δ.	+ 23	+ 17	27,7	25,0	1823 Mai 15.	Lohrmann.	Schnurgerade durch wellenförmiges Tiefland hinziehend. Sie trifft etwa in der Mitte ihres Zuges auf 2 schwache Crater. An beiden Enden von Bergen einge-

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. Lieues.	Länge optisch. Lieues.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								schlossen, und östlich, wo die Berge am steilsten und höchsten sind, schwer zu erkennen. Richtung 4^h. Breite 500^{l}.
16.	Im Taurus Geb.	+ 42°	+ 31	17,0	14,9		Lohrmann.	Uns nicht zu Gesicht gekommen. — Sehr schmal, auf und zwischen Gebirgen geradlinigt fortziehend. Richtung 7^h.
17.	Oestlich v. Apollonius.	+ 53	+ 5	17,5	14,0	1833 März 6.		Schwach wellenförmig und gegen 1500^{l} breit zwischen dichtgedrängten Bergen hinziehend. Mässig steile Seitenwände. Sie tritt nicht in die Ebene hinaus.
18.	Bei Sabine.	+ 21	+ 1	11,6	11,0	1823 Octb. 24.	Lohrmann.	Sehr schwach. Geradlinigt in der Ebene fortziehend, und an einem kleinen Berge endend. Richtung 7^h.
19.	Bei Sabine.	+ 22	0	27,0	25,4	1823 Octb. 24.	Lohrmann.	Von einem pikförmigen Berge aus in einem grossen, flachen Bogen durch die dunkle Ebene hinstreichend und am Walle eines Craters endend. Schwer sichtbar.
20. 21.	Zwisch. Lapeyrouse und Sosigenes.	+ 20	+ 8	14	14	1832 Octb. 14.		Aeusserst schwach. Beide geradlinigt unter einem Winkel von etwa 12° vom Fusse eines kleinen Craters ausgehend und sich gegen SW. in der Ebene verlierend. Beide gleich lang. Nur ein einziges Mal gesehen.
22.	Bei Ariadaeus.	+ 13	+ 7	52,2	51,8		Schröter.	Grosse, breite, bequem sichtbare Rille. Sie beginnt am Berge *Ariadaeus* γ u. nimmt nach 7 Lieues Lauf von S. her die Rille (23) auf; 8 Lieues weiter trifft sie auf den Berg *Ariadaeus* β, den sie aber scheinbar nicht durchsetzt, nachdem sie kurz vorher einen kleinen Höhenzug durchschnitten hat. Hinter β beginnt sie wieder, durchsetzt 2 kleine Crater und scheint hier sehr tief zu seyn. 5

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								Lieues weiter östlich unterbricht der Berg *Ariadaeus* a abermals ihren Lauf, und ihre Spur fängt erst jenseits desselben in etwas veränderter Richtung, in einem engen Bergthale, wieder an. Von da ab durchschneidet sie alle sowohl höhere, als niedre Berge, die sie auf ihrem Zug trifft, selbst den sehr steilen *Silberschlag c* in einem sehr engen Tiefthale. Sie schliesst bei einem kleinen Crater in der Nähe des *Boscovich*, zwischen flachen Uferflächen. Die Breite der Rille mag gegen 1000' betragen, westlich jedoch nur 6—800. — Nach *Lohrmann's* Beobachtungen durchschneidet dagegen diese Rille alle Berge, auf welche sie trifft.
23.	Bei Ariadaeus.	+ 16°	+ 6°	6,0	6,0	1832 Octb. 14.		Sehr schwach, in die vorige sich einmündend. Geradlinigt und in nördlicher Richtung in der Ebene fortziehend.
24.	Bei Ariadaeus.	+ 18	+ 3				Gruithuys.	Nach diesem Beobachter zieht eine Rille von *Ariadaeus* Fusse, gleichsam als Fortsetzung von (22), gegen Südwesten durch das *Mare Tranquillitatis* fort, und vereinigt sich mit den *Lohrmann'schen* Rillen 18. und 19. Hr. Justizrath *Kunowsky* hat sie in der angegebenen Richtung, in seinem 6füssigen achromatischen Fernrohr, ebenfalls gesehen. Uns ist es nie gelungen, sie aufzufinden, selbst im grossen Refractor der Kaiserlichen Sternwarte hat *M.* sie mehrere Abende vergebens gesucht, und endlich am 26. Nov. 1835 ein kleines Stück derselben, in flacher Krümmung von *Aria-*

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. in Lieues.	Länge optisch in Lieues.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								daeus Westwalle bis zu dem südwestlich, etwa 3 Meilen (5 Lieues) entfernten Crater fortziehend, aufgefunden. Sicher gehört sie zu den schwächsten, die die Mondfläche aufweist, aber auch zugleich zu den längsten.
25.	Hyginus a u. β.	+ 6°	+ 8"	44,2	44,2	1788 Decb. 5. 1792 Febr. 29.	Schröter.	Unter allen zuerst entdeckt, und leicht in jeder Beleuchtung aufzufinden. Richtung anfangs 10^h; im Westen der Hauptkrümmung 7^h; zuletzt wieder 9 bis 10^h. An ihrem nordöstlichen Ende in + 4° 30′ L. und + 10° Br. ist sie ein ziemlich flaches, 1200^L breites Thal; bald aber wird sie beträchtlich enger und schroffer. Sie trifft zunächst auf 4 Crater, deren zweiter gegen 1500^L, die übrigen nur gegen 1000^L Durchmesser haben. Den 5ten u. grössten, *Hyginus*, durchsetzt sie mit selbstständig erhöheten Rändern (s. oben) und weiterhin noch 5 andere, in deren Nähe auch die bis dahin ganz freie Ebene durch einige an den Rand der Rille tretende Hügel unterbrochen wird. Am Südrande dieses Theiles zeigen sich einige dunkle u. ein grosser grünlich schimmernder Fleck. Sie endet ziemlich, wie sie begann, und ein flacher, in der Richtung der Rille fortstreichender Hügel setzt ihr die Grenze. — Breite durchschnittlich 700—800^L.
26.	Ukert ε.	+ 1	+ 9	7,0	7,0	1833 Jan. 12.		Richtung 9^h; fast geradlinigt. In der Mitte durch einen sehr kleinen Crater gehend, das südwestliche Ende durch einen kleinen, rundlichen

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								Berg, das andere durch einen breiten, flachen Hügel bezeichnet. Schwer sichtbar und etwa 400ᶜ breit.
27.	Ukert δ.	+ 1°	+ 7°	30,2	30,2	1833 Jan. 12		Schmales, rillenähnl. Thal, in der hier fast ausschliesslich herrschenden Richtung 9ʰ. sehr gerade fortstreichend. Die Breite südlich bis zu 2000ᶜ erweitert, am nördlichen Ende bis zu 7—800ᶜ verengt. Hier finden sich mehrere länglicht runde Erweiterungen. Die Uferhöhen des grössern und breitern Theiles sind nordwestlich ziemlich ansehnlich, die gegenüberliegenden aber sehr schwach. Hier könnte man sagen, die Rille münde sich in den *Sinus Medii*. — Dicht daneben westl. 3 andere genau in derselben Richtung sich mündende, sehr enge, aber viel kürzere Thäler.
28.	Triesnecker β u. γ.	+ 4	+ 4	33,4	33,4	(1830 Apr. 30.)	Gruithuys.	Schmal, u. schwierig zu sehen. In ihrer Mitte nahe am Fusse des *Triesnecker*, bildet sie eine knieförmige Ecke, und dies ist ihre deutlichste Stelle. Der nördl. Theil γ ist ein einfacher, schwach gekrümmter Zug, dessen Sehne 2ʰ. streicht. Der südl. ist wellenförmig gekrümmt u. eben so lang, als der nördliche; er streicht 11ʰ. In beide Theile münden andere Rillen ein.
29.	Triesnecker ζ.	+ 4	+ 3	14,0	14,0	1833 Febr. 26. 1833 April 26.		Eine in (28 β) sich einmündende Rille. 14 Lieues vor ihrer Mündung macht sie eine starke Krümmung. In ihrem südlichen, längern Theile etwa 400ᶜ breit u. am 26. Febr. von uns zuerst gesehen; der noch schwierigere nördliche (nahe der Mündung) hat wohl kaum 300ᶜ Breite und zeigte sich

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								erst am 26. April. Freie Ebene. Richtung 11^h.
30.	Triesnecker η.	$+3^0$	$+2^0$	7,4	7,4	1833 April 26.		Aeusserst fein. In 8^h Richtung geradlinigt durch die Ebene ziehend und zu beiden Seiten an kleinen hellen Bergen endend.
31.	Triesnecker δ.	+ 3	+ 1	8,6	8,6	1833 April 26.		Am Fusse einer schwachen Bergader in Meridianrichtung u. geradlinigt fortziehend. Sehr schwierig.
32.	Triesnecker ε.	+ 4	+ 6	11,6	11,6	1833 Febr. 26.		Wie die vorhergehende am Fusse eines Hügelrückens hinziehend, aber in schwach gekrümmter Richtg. $1^h.-2^h.$ Ihr südl. Ende ein Hügel an *Triesnecker's* Walle.
33.	Triesnecker ε.	+ 5	+ 7	8,5	8,5	1833 April 26.		Wie die vor. gekrümmt u. anf. von einer schwachen Bergader begleitet. Ihr nördl. Ende ein Crater. Richtg. $0^h.-1^h.$ Vielleicht hängen (32)u.(33) zusammen u. durchschneiden so die nächstfolgende.
34.	Triesnecker δ.	+ 4	+ 7	32,0	32,0	1833 Febr. 26. 1833 April 26.		Sehr schwach und mehrfach, aber immer nur wenig gekrümmt. Richtung $10\frac{1}{2}^h$. Sie fängt am Fusse eines kleinen Berges an und durchschneidet nach 7 Lieues Lauf die Rille (28 γ); 6 Lieues weiter trifft sie auf einen kleinen Hügelrücken (den schon bei 32 u. 33 erwähnten), der sie unterbricht. Dieser mittlere Theil ist am besten sichtbar und auch zuerst von uns gesehen worden, alles Uebrige erst 2 Monate später. Das Ende in heller Ebene, etwa 2 Lieues vom Fusse hoher Gebirge.
								Die unter (28) bis (34) aufgeführten finden sich in *Lohrmann's Sect. I.* nicht, mehrere dagegen in seiner später erschienenen 15zöll. Generalkarte, wo auch noch

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl. Lieues.	Länge optisch. Lieues.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								einige von uns nicht gesehene verzeichnet sind. Bei der ausserordentlichen Feinheit sämmtlicher in dieser Gegend sichtbaren Rillen ist dies leicht erklärlich. Wie aus Obigem hervorgeht, haben wir sie auch erst nach und nach, und auch später nur ein einziges Mal alle zusammen gesehen. Messungen solcher Gegenstände sind gleichfalls nicht ausführbar und eine Verschiedenheit der Zeichnung bei zwei von einander ganz unabhängigen Beobachtern sehr natürlich.
35.	Timäus γ.	— 8°	+ 61°	4,1	2,2	1834 März 30.		Zwischen Hochgebirgen, deren Streichungslinie fast senkrecht auf die der Rille steht. Richtung 10^h. u. geradlinigt. Breite etwa 600'.
36.	Bei Fontenelle.	— 10	+ 62	2,8	1,5			Geradlinigt vom Crater b zum Berge μ ziehend, umgeben von hohen u. steilen Gebirgen. — In dieser Gegend mehrere, von streng geradlinigten Bergwänden gebildete rillenähnliche Thäler.
37.	Bei Plato c.	— 20	+ 53	9,8	7,7	1834 März 30.		Geradlinigt in der Richtung 2^h. und von mehreren Hügelreihen in derselben Richtung begleitet. Ihr südöstl. Ende an genanntem Crater.
38.	Herodot M.	— 50	+ 25	42	35		Schröter.	Die bereits oben erwähnte merkwürdige Rille bei *Herodot*. Sie beginnt nahe bei m Berge *Herodot* ε in hügliger Gegend und hängt wahrscheinlich mit einer kleinen, das Hügelland an dieser Stelle durchschneidenden Schlucht zusammen. Im ersten Viertel ihres Zuges ist sie schmal und wenig vertieft. Bei M bildet sie zwei scharfe Winkel, ändert ihre Richtung völlig.

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								wird breiter, schroffer, tiefer, u. man kann hier schon den Schatten wahrnehmen, der von den Wänden in die Tiefe fällt. Beim Berge *Aristarch* ζ, der sich in ansehnlicher Steilheit 561′ über die jenseitige (östliche) Ebene erhebt, wendet sie abermals und zieht nun mit geringer Schlängelung, ihrer anfänglichen Richtung gerade entgegengesetzt, 1800 bis 2000′ breit fort. 4 Lieues vor der Mündung erblickt man mit grosser Mühe auf dem Grunde der Rille einen kleinen Crater. Der westl. Rand liegt hier 703′ über der jenseitigen Fläche. Kurz vor der Mündung in das Becken des *Herodot* verengert sie sich wieder sehr, und es ist schwierig, sie bis β zu verfolgen. Die bedeutenden und starken Krümmungen machen die Bestimmung der optischen u. noch mehr der wirkl. Länge *(longueur)* dieses Tiefthales sehr unsicher. Im Vollmonde ist es als helle Linie, überhaupt in den meisten Beleuchtungswinkeln im Allgemeinen leicht zu erkennen; aber ein Zusammentreffen höchst günstiger Umstände wird erfordert, um das hier geschilderte Detail aufzufassen.
39.	Archimedes λ.	— 1°	+ 23°	14,0	13,5	1824 Jan. 5.	Lohrmann.	Wenig gekrümmt; Richtung 3h. Sie durchsetzt auf ihrem Zuge mehrere nicht unbedeutende Berge und endet auch an solchen. Schwer sichtbar.
40.	Archimedes κ.	— 2	+ 26	32,2	29,0	1824 Sept. 1.	Lohrmann.	Mit der vorigen rechtwinkligt zusammenstossend. 4 Lieues vom Vereinigungspuncte beider zeigt sich eine

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl. Lieues.	Länge optisch. Lieues.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								Erweiterung und stärkere Erhöhung der Ränder; weiterhin mehrfache schwache Krümmungen und einige an sie heraustretende Hügel. Sie endet in den Vorhöhen des *Archimedes*.
41.	Oestl. von Eratosthenes.	— 17°	+ 16"	6,3	6,1	1834 Decb. 23.		Eigentlich eine Reihe von 7 erkennbaren Cratern, deren Verbindung aber eine so innige ist, dass sie besonders im nördlichen Theile des Zuges, einer wirklichen Rille fast ganz gleich werden. Doch sind die einzelnen Vertiefungen noch immer, wiewohl mit grosser Mühe, zu unterscheiden. — In dieser Gegend sind sehr viele Craterreihen, die einen ähnlichen Anblick gewähren.
42.	Gay Lussac $\eta\zeta$.	— 22	+ 13	11,0	10,6			Zwischen dichtgedrängten, mässig hohen Bergen, geradlinigt in 4^h Richtung fortziehend. Zwei steile Wälle bezeichnen ihre beiden Enden; der des *Gay Lussac* im W. und die Wand des hohen Berges ζ im O.
43.	Hevel δ.	— 64	+ 2	5,6	3,5	1832 Sept. 7.		Sehr schwach. In der Richtung 8^h geradlinigt durch eine kleine Ebene ziehend und am Hauptwalle des *Hevel* endend.
44.	Bei Hevel.	— 64	0	19,6	11,5	1834 Febr. 21.		Vom Aequator durchschnitten. In sanften wellenförmigen Krümmungen vom Walle des *Hevel* zum Crater *Lohrmann* A streichend, Richtung 8^h. Niedrige Hügelrücken treten von beiden Seiten her fast rechtwinkl. an die Rille heran.
45.				5,8	4 5	1834 Febr. 21.		Dicht neben einander, nur durch sanfte Hügelrücken getheilt, und parallel in der Richtung 3^h streichend. Sie sind hier in der Ordnung von O. nach W. aufgeführt.
46.	Bei Lohrmann.	— 65	— 1	8,6	6,7			
47.				7,3	5,8			

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								Durch den nördlichen Theil von 46° u. 47° (45° ist hier schon zu Ende) zieht eine Querschlucht, die sich auch weiter nach W. in 3 Cratern und einigen sattelförmigen Tiefen in derselben Richtung fortsetzt und die gleichfalls das Ansehen einer Rille haben würde, wenn ihre um mehr als die Hälfte optisch verkürzte Länge direct, und dagegen ihre Breite in gleichem Masse verkürzt erschiene. — Die Darstellung dieser Landschaft auf unserer *Mappa Selenographica* ist keine sehr gelungene.
48.	Davy δ.	— 8°	— 17°	12,4	12,4	1830 April 30.		Schwach sichtbar, obgleich im Vollmonde 7° hell, einen Grad des Glanzes, den nur wenige Puncte der Mondfläche übertreffen. Richtung 6h. mit geringer Krümmung gegen S. Sie durchzieht 2 Crater u. zieht hart an einem kleinen Berge vorüber. Ihr östliches, wie ihr westliches Ende am Fusse ansehnlicher Höhen, ihr Zug in der Ebene. In dieser Gegend östlich von *Alphons* u. *Ptolemäus* bis gegen *Lalandi* hin, verengen sich die langen und geradlinigten Thalschluchten in der Richtung 11h. häufig zu rillenartigen Canälen, und es hängt nur von der Beleuchtung ab, sie wirklich als solche zu erblicken; auch westlich vom *Alphons*, und südlich gegen *Arzachel* hin, ist diese Formation häufig.
49.	Crüger ε.	— 62	— 16	9,8	6,7	1833 Octb. 26.		Geradlinigt, schwer sichtbar, in der Richtung 2h. von einem kleinen Berge durch ebene Landschaft zum Walle eines Craters ziehend.

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
50.	Gassendi γ.	— 44°	— 17°	20,8	20,3	1832 Nov. 4.		Mit sanfter, wellenförmiger Krümmung durch helle, mit schwachem Gehügel angefüllte Landschaft ziehend. Doch treten nur an den beiden Enden die Hügel bis an die Rille. Vielleicht hängt sie mit der folgenden zusammen.
51.	Mersenius β.	— 45	— 20	9,2	8,9	1832 Nov. 4.		Am westlichen Fusse eines Hochgebirges in der Richtung 2^h geradlinigt fortziehend. Sie ist von der vorigen nur durch einen kleinen, länglichten Hügel getrennt, zieht aber wahrscheinlich zwischen ihm und dem sehr nahe liegenden 1516' hohen Berge *Mersenius* α hindurch: eine Fortsetzung, die wohl kaum jemals deutlich gesehen werden könnte, da entweder das enge Thal mit Schatten angefüllt ist, oder der hohe Beleuchtungswinkel die feine Rille unkenntlich macht.
52.	Mersenius ε.	— 45	— 21	20,7	20,0	1832 Nov. 4.		Vom Hochgipfel *Mersenius* α als Rille oder vielmehr als tief gefurchte Terrasse (Abfall gegen W.) zu einem engen Winkel ziehend, der sich zwischen den Wällen zweier Ringgebirge öffnet. Richtung 1^h.
53.	Bei Mersenius.	— 44	— 22					Auch diesen Zug könnte man noch einigermaassen zu den Rillen rechnen; richtiger bezeichnet man ihn als letzte Vorterrasse der Hochgebirge bei *Mersenius*, als deren erste die Rille β erscheint. Bei Uebergangsformen wie (51) — (53), die zugleich so äusserst fein und schwer zu sehen sind, ist die genaue Bezeichnung misslich. — *Lohrmann* in seiner neuen Karte bezeichnet alle drei bestimmt als Rillen.

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl.	Länge optisch.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
				Lieues.				
54.	Thebit γ.	— 10°	— 21°	10,5	10,5	1834 März 18.		Von einem schwachen, aber hellen Hügel in der Richtung 10h. durch das ebene *Mare Nubium* zum steilen Walle eines kleinen Ringgebirges ziehend. Schwer zu erkennen und wohl nicht über 300L. breit. Westlich, in 10 Lieues Entfernung, zieht mit ihr parallel ein steiler, vollkommen schnurgrader Bergdamm von 28 Lieues Länge, ½ Lieue Breite und 157 Toisen Höhe.
55.	Im Mare Nubium.	— 10	— 23	18,4	18,2	1834 Sept. 28.		Wahrscheinlich die südliche Fortsetzung der vorigen, und auf unserer *Mappa Selenographica* fehlend, da wir sie erst später mit Gewissheit erkannten. Sie beginnt am Fusse desselb. Ringgebirges (*Thebit* B) etwa 2 Lieues von dem Orte, wo die vorhin genannte aufzuhören scheint, und zieht mit einer kaum merklichen Krümmung südlich (11h.) durch das ebene *Mare* fort, um sich unscheinbar zu verlieren.
56.	Hippalus δ.	— 30	— 26	16,0	14,0	1832 Dec. 16.		Mit den 3 folgenden parallel. Sie zieht in etwas gekrümmter Richtung 2h. von den Bergen, die die Südgrenze des *Mare Humorum* bilden, zu denen der Westgrenze hinüber in grauer Ebene fort, u. gehört zu den am schwersten sichtbaren der Mondfläche. Ihre Breite übersteigt vielleicht nicht 250h.
57.	Campanus ε.	— 29	— 27	16,2	14,3	1832 Dec. 16.		Etwas besser, als die vorhergehende sichtbar, sonst gilt alles von dieser Gesagte auch hier.
58.	Campanus δ.	— 28,5	— 27	13,2	11,6	1832 Dec. 16		Die schwächste dieser 4 Rillen, in der Mitte zwischen 2 rundl. Hügeln hinziehend.
59.	Campanus γ.	— 28	— 27	13,8	12,1			Ziemlich gut sichtbar. Von flachem Gehügel zu beiden

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Monden- Länge.	Monden- Breite.	Länge wirkl. Licues.	Länge optisch. Licues.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								Seiten begrenzt und am Crater *Campanus* A endejd.
60.	Hippalus ε.	— 28°	— 24°	16,5	15,7	1833 März 1.		Diese 8 Rillen, sämmtlich sehr schwach und mit geringen Krümmungen in Meridianrichtung fortziehend, bilden gleichsam eine Fortsetzung von (59). Der ganze Zug hätte alsdann optisch 60,6; wirklich 64 Licues Länge. Der genannte Crater *Campanus* A, ein grösserer *Agatharchides* A und ein kleiner Hügel bilden die (vielleicht nur scheinbaren) Unterbrechungen. Sie ziehen in Ebenen fort; nur hin und wieder treten einige unbedeutende Hügel an ihren Rand.
61.	Agatharchides ζ.	— 28	— 21	10,6	10,0			
62.	Agatharchides ε.	— 28	— 19	14,0	13,3			
63.	Bei Cavendish.	— 49	— 23	7,3	7,0	1832 Nov. 5.		Richtung 10h. u. geradlinigt. Sie durchzieht 2 Crater, ist, wie diese, schwer sichtbar und wird von unscheinbaren Hügeln begleitet.
64.	Eichstädt γ.	— 65	— 20	14,8	12,5	1832 Octb. 8.		Höchst regelmässiger Kreisbogen. In günstiger Beleuchtung gut sichtbar und gegen 700L. breit. Zwischen Gehügel hinziehend, durchbricht sie an ihrem nördlichen Ende einen Ringwall, ohne ihren Krümmungshalbmesser zu ändern. Richtung der Sehne des Bogens 3h.
65.	Pitatus δ.	— 19	— 29	25,2	22,0	1834 Jan. 19.		Schnurgerade in der Richtung 5h. durch freie Ebene von einer Hügelgruppe zu einer andern ziehend. Breite 3—400L., und schwer zu sehen.
66.	Cichus βγ.	— 21	— 32	8,5	7,2	1834 Jan. 19.		Rillenähnlicher Durchbruch eines Hochgebirges, gegen 1400L. breit und sehr schroff. Gegen Süden hängt ein grosses rundliches Kesselthal damit zusammen.
67.	Capuanus ζ.	— 26	— 32	10,8	9,2	1834 Febr. 18.		Genau in die verlängerte Richtung von (65) fallend.

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								und, wie jene, schnurgerade und sehr fein. Nur schwaches Gehügel zieht in der Gegend umher.
68.	Saussure β.	— 5°	— 44°	7,7	5,5	1834 März 18.		In Meridianrichtung fortstreichend und äusserst fein. Vom Berge *Saussure* β erstreckt sie sich bis an die Rille (69), in welche sie vielleicht einmündet.
69.								
70.	Saussure γ.	— 5	— 45	7,0	4,9	1833 März 29.		Zwei dicht neben einander in Meridianrichtung ziehende Rillen, nur $\frac{1}{2}$ Lieue von einander entfernt, 800 bis 1000 t. breit. Die *Mappa Selenographica* zeichnet sie irrthümlich als Bergadern.
71.	Maginus δ.	— 6	— 48	8	8,1	1833 März 29.		Rillenartiger Durchbruch; im Walle des *Maginus*, einem gänzlich zerklüfteten Ringgebirg. Es sind 4 einzelne Züge, jeder von 1—2 Lieues Länge, welche 5 kleine Crater mit einander verbinden, deren grösster am nordwestlichen Ende steht. Richtung 3 h.
72.	Longomontan β.	— 21	— 52	9,0	5,4	1834 April 19.		Zwei kurze Querrillen im Walle des *Longomontan*. Jede von ihnen endet am innern Fusse des Walles mit einem kleinen Crater. Selten und nur mit grosser Schwierigkeit sichtbar. Meridianrichtung.
73.				5,8	3,5			In den südöstlichsten Gegenden des Mondes, zwischen *Schickard* und *Inghirami*, so wie bei *Wargentin*, zeigen sich mehrere schmale Thäler, die einen den Rillen nahe verwandten Anblick gewähren: *Schickard* 2, η, ζ und *Wargentin* δ. Allein man überzeugt sich leicht, dass nur die schon sehr verkürzte Projection ihnen dieses Ansehen gibt.

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. Lieues.	Länge optisch. Lieues.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
74.	Malapert α.	+ 4″	— 84″	4,5	0,8	1834 März 18.		Die südlichste aller bisher gesehenen Mondrillen. Sie zieht vom Walle eines kleinen Ringgebirgs in Meridianrichtung zu dem eines Craters hinüber und ist nur wahrzunehmen, wenn der Mond seiner Quadratur nahe steht und zugleich starke nördliche Breite hat.
75.	Scheiner ε.	— 28	— 65	5,5	3,5	1834 März 21.		Höchst schwierig, der hohen Breite und des wildgerissenen Terrains wegen. In der Mitte ihres kurzen, der Meridianrichtung folgenden Zuges dämmern zwei kleine rundliche Erweiterungen auf.
76.	Censorin δ.	+ 34	— 1	10,2	9,5	1834 Juli 24		Richtung 9^h, sehr unbedeutende Krümmung. Am Fusse einiger sanften Hügel fortstreichend, verbindet sie zwei höhere Berge.
77.	Capella ζ.	+ 37	— 3	30,0	26,5	1834 Juli 24.		Drei in der Richtung 8^h streichende, schwach gekrümmte, aber selbst in diesen Krümmungen noch parallele Rillen von etwa 500″ Breite. Die östlichste und längste zieht ohne Unterbrechung längs einer Hügelreihe und von ihrer Mitte an in einer Ebene fort; an ihren beiden Enden stehen Bergkuppen. Die zweite η wird in der Mitte auf eine kurze Strecke (etwa ½ Lieue) durch ein kleines Gebirge unterbrochen; die dritte durch dasselbe Gebirge auf eine längere Strecke. Nach ihrem Wiederanfange zieht sie durch 2 sehr kleine Crater und endet an einem grössern.
78.	Capella η.			27,1	23,9			
79.	Capella θ.			21,8	19,4			
80.	Guttenberg h.	+ 39	— 7	5,4	4,8	1835 Mai 10.		Keine eigentliche Rille, sondern eine innige Verbindung von sechs erkennbaren, sehr kleinen Craters, aber nur unter sehr günstigen Umständen als solche erkenn-

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl. Lieues.	Länge optisch. Lieues.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								bar. Die Grösse der Crater scheint von N. nach S. hin abzunehmen. Richtung 9^h. Geradlinigt.
81.	Messier γ.	— 40°	— 1°	14,2	12,0	1834 Juli 24.		Nur in ihrem nördlichen, in 8^h. streichenden Theile eigentlich Rille; in ihrem südlichen, dessen Richtung 9^h., breiter und flacher, so dass sie sich ganz unbestimmt in die Ebene verliert. Zwei ähnliche, aber kürzere Thäler, die nahe dasselbe Ansehen gewähren, streichen westlich von ihr parallel; die trennenden Hügel haben nirgend bedeutende Höhe.
82.	Guttenberg η.	+ 42	— 7	12,3	10,7			Von einem Hügel durch ebene aber helle Landschaft geradlinigt zu einem Crater ziehend. Richtung 11^h. Schwer sichtbar.
83.	Guttenberg ζ.	+ 41	— 7	12,6	10,5	1834 Juli 24.		Oestlich der vorhergehenden. Fast geradlinigt 9^h. Sie nimmt ihre Richtung gegen denselben Crater, scheint ihn aber nicht zu erreichen. Das Terrain eben.
84.	Bei Guttenberg.	+ 41	— 8	14,4	12,0	1834 Juli 24.		Oestlich der vorigen und ihr parallel. Sie schneidet einen busenähnlichen Theil des *Mare foecunditatis* ab und zieht von Berg zu Berg.
85.	Bei Goclenius.	+ 44	— 9	8,8	7,0	1834 Febr. 26.		Richtung 9^h.; kaum merkliche Biegung. Vom Walle des *Goclenius* durch ebene, dunkle Landschaft zu einem hellen Hügel streichend. Nahe der Mitte tritt ein flacher Bergrücken von N. her an die Rille, und sie zeigt sich hier etwas erweitert.
								Die Rillen (76) — (85) befinden sich sämmtlich auf einem Raume, der etwa 2000 Quadrat-Lieues in Dreiecksform einnimmt und ausser ihnen noch eine Anzahl Craterreihen, Hügelketten, fla-

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl. Lieues.	Länge optisch. Lieues.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
								cherer Thäler u. dergl., alle in den angegebenen, nahe übereinstimmenden Richtungen, enthält. Sie sind ohne Ausnahme sehr fein und nur unter günstigen Umständen sichtbar: treten aber diese ein, so entwickelt die Landschaft einen wahrhaft staunenswürdigen Reichthum der mannichfaltigsten Formen, deren Zartheit und Präcision diesen Anblick höchst reizend macht. Wir kannten sie nur wenig, obgleich wir sie schon wiederholt beobachtet hatten, als sie uns der 24. Juli 1834 in ihrer vollen Pracht zeigte.
86.	Bei Albategnius.	+ 6°	— 10°	20,0	20,0	1835 Jan. 8.		Mehrfach gekrümmtes, rillenähnliches Thal, etwa 1500^{t} breit, seiner ganzen Länge nach zwischen Hochgebirg ziehend. Doch sind die Krümmungen nur schwach und weichen von 11^{h} ab. Das südliche Ende öffnet sich in eine Ebene; das nördliche mündet in ein tiefes Ringgebirge.
87.	Parrot α.	+ 4	— 16	10,3	10,0	1835 Juni 8.		Der vorhergehenden sehr ähnlich. Ihr nördliches Ende mündet in der Fläche des *Parrot;* an ihrem südlichen setzt eine eng verbundene Reihe von drei Cratern sie noch 3 Lieues weiter fort; hierauf folgt ein kleiner Bergkopf und sodann öffnet sich eine Ebene. Richtg. 11^{h}. Von Nordwest her mündet ein kleiner Arm in sie ein.
88.	Alphons δ.	0	— 15	16,5	16,0			Mit 86. und 87. verwandt, nur dass die umliegenden Berge weniger hoch und die Rille etwas enger ist. Richtung 11^{h}.

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes-Länge.	Mondes-Breite.	Länge wirkl. (Lieues.)	Länge optisch. (Lieues.)	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
89.	Abulfeda β.	+ 14″	— 15″	20,4	19,2	1834 Jan. 29.		An einem gegen 1500^t hohen Bergkopfe im östlichen Theile des Walles von *Abulfeda* beginnt diese eigenthümliche Rille oder Craterkette. Zuerst zwei Crater eng verbunden, hierauf fünf andere, durch kurze Stücke der Rille zusammenhängend, deren letzter bedeutend hell ist und einen hohen Wall hat. Nun zieht die Rille 6 Lieues weit ziemlich gleichmässig fort, worauf ein achter und gleich darauf ein neunter u. grösster Crater folgt. Die fünf ersten können noch zum äussern Walle des *Abulfeda*, der letzte zu dem des *Almanon* gerechnet werden: das Ganze streicht geradlinigt und 9^h.
90.	Piccolomini ε.	+ 28	— 27	28,0	21 8	1834 Juli 11.		Im westlichen Theile zwischen Hochgebirge, zugleich von mehreren Cratern dicht umdrängt, aber mit keinem derselben sichtbar verbunden. Im östlichen Theile durch ebene Landschaft ziehend, zugleich schmaler werdend und sich unmerklich verlierend. Richtung 8^h. und geradlinigt. Vom Fusse des hohen Walles *Piccolomini's* bleibt sie gegen 4 Lieues entfernt; sie würde verlängert im rechten Winkel auf ihn treffen.
91.	Piccolomini ζ.	+ 28	— 28	6,6	5,0	1834 Juli 11.		Von S. her sich in die vorige unter einem Winkel von 40° einmündend. An der Westseite hohes Gebirge, im Osten ebener. Richtung 11^h. und etwas gekrümmt.

Digitized by Google

Nummer.	Bezeichnung.	Mondes- Länge.	Mondes- Breite.	Länge wirkl.	Länge optisch.	Tag der Entdeckung.	Entdecker.	Beschreibung.
				Lieues.				
92.	Petavius δ.	+ 58°	— 25°	10,5	9,4	1834 Febr. 25.		In geringer Entfernung vom Centralberge des *Petavius* beginnend und in ungleicher Breite — wahrscheinlich auch ungleicher Tiefe — über die beulenförmig aufgetriebene innere Fläche des *Petavius* hinziehend. Zu beiden Seiten ist sie von Hügeln begleitet; sie glänzt stark und ihre Richtung ist 2^h. Etwa 1 Lieue vom Fusse des Walles hört sie auf, oder wird unscheinbar. — Einmal haben wir sie sogar im Vollmonde, wo vom *Petavius* nichts zu sehen ist, als zarte, helle Linie erblickt.

Von den zweifelhaften und Uebergangsformen sind nur einige wenige gleichsam beispielsweise aufgeführt; durch ein entgegengesetztes Verfahren hätte sich die Zahl zwar bedeutend vermehren lassen, der Character der eigentlichen Rillen aber wäre zu sehr verdunkelt worden. Wir zweifeln übrigens gar nicht, dass auch die letztern weit häufiger sind, als die bisherigen Entdeckungen vermuthen lassen. Wie aus obigem Verzeichnisse hervorgeht, war die Zahl der vor unserer Arbeit bekannten noch nicht 20, so dass über 70 in einer Zeit von 6—7 Jahren, von der übrigens nur der geringere Theil (vorzugsweise in den Jahren 1832—1834) zu diesen feinsten Untersuchungen angewandt werden konnte, von uns mit einem Fernrohr mittlerer Grösse neu aufgefunden worden sind. Vielleicht verstreicht kein Jahrzehend, und die jetzige Zahl von Rillen verhält sich zu den alsdann bekannten etwa wie die von Herschel dem Vater aufgefundenen Doppelsterne zu den gegenwärtigen Verzeichnissen Struve's und John Herschel's. Aber auch schon jetzt lassen sich manche wichtige Folgerungen mit Gewissheit oder doch überwiegender Wahrscheinlichkeit daraus ableiten. Vielfach oder stark gekrümmte sind höchst selten: ganz geradlinigte kommen am häufigsten vor, und sie folgen (wie die Bergzüge ebenfalls) am häufigsten den zwischen 8^h und 11^h fallenden Richtungen. Dass die Meridianrichtung noch ziemlich oft, die Richtung 6^h aber fast gar nicht vorkommt, dürfte wohl einen optischen Grund haben: die meisten Rillen sind nur durch ihren Schatten kenntlich, und eine genau in der Richtung des Aequators streichende kann keinen uns sichtbaren Schatten werfen. Allein ein solcher Grund kann nicht angeführt werden, wenn man fragt, warum 8—11^h häufiger, als 1—4^h sich vorfinden, was doch augenscheinlich der Fall ist: denn von letztern finden sich etwa 30, von jenen über 50. Da nun in Beziehung auf die Richtungen aller übrigen Mondgebilde im Ganzen nahe dasselbe gilt; da diese Richtungen sich besonders in einigen Strichen fast ausschliesslich zeigen, in den meisten übrigen vorherrschen und in keiner vermisst werden, so geht wohl schon aus diesem einen Umstande, abgesehen von so manchen andern wichtigen Gründen, der Schluss hervor, dass die gleiche allgemeine Naturkraft bei

Digitized by Google

der Bildung der Bergrücken, wie der Rillen, thätig gewesen sey. Noch merkwürdiger aber ist der Umstand, dass diese Richtung auch die auf dem Erdkörper vorherrschende ist. Man betrachte die Hauptgebirge der Continente, man verfolge den Zug der Flussthäler und Seebecken des europäischen und asiatischen Nordens, oder den der Inselketten Polynesiens — man wird sie oft als die fast alleinherrschende und in den meisten Fällen als die überwiegende vorfinden. Es wäre nun freilich zu gewagt und voreilig, aus dieser auffallenden Uebereinstimmung beider Weltkörper (und der einzigen, für welche unsere Kenntniss so weit reicht) einen weitern Schluss zu ziehen; aber es ist nicht voreilig, darauf aufmerksam zu machen und sowohl Geo-, als Selenographen aufzufordern, sie bei ihren Forschungen nicht aus dem Auge zu lassen, denn es ist nicht unmöglich, dass sie einst in künftigen Jahrhunderten ein wichtiges Datum zu einer Weltgeschichte — in einer jetzt noch ungewöhnlichen Bedeutung dieses Wortes — bilden werde.

Digitized by Google

III.

Ueber Mondfinsternisse.

Digitized by Google

Digitized by Google

So wahr es auf der einen Seite ist, dass man nur wenige Wissenschaften nennen kann, die in allen Perioden ihrer Entwickelung ihr Ziel so fest im Auge gehabt und mit so vieler Consequenz verfolgt haben, als die Astronomie, so unläugbar ist es gleichwohl auf der andern Seite, dass viele einzelne Zweige derselben nur langsame und häufig unterbrochene Fortschritte gemacht haben. Unschwer ergibt sich die Veranlassung, ja die Rechtfertigung dieser scheinbaren Vernachlässigung: die eigentlichen Astronomen, wenig zahlreich und fast isolirt, fühlten sich gedrungen, alle ihre Kräfte an andere weit wesentlichere Aufgaben zu setzen, um nur vorerst der gesammten Wissenschaft sichere Grundlagen zu verschaffen. Insbesondere aber dürfte der Mond ein Recht haben, den Erdbewohnern die Klagen, die sie über seine Launen zu führen pflegen, in vollem Maasse zurückzugeben. Zwei Jahrhunderte sind es her, dass die Kenntniss des Mondes einen plötzlichen und die schönsten Früchte für die Zukunft verheissenden Aufschwung nahm, und schon zu Hevel's Zeit stand es in einigen Puncten mit der Selenographie besser, als mit der Geographie*); doch nach Hevel findet sich kein Weltkörper, der auf eine solche Weise vernachlässigt worden wäre, als der Mond in Bezug auf Darstellung seiner Oberfläche. Denselben Vorwurf kann man uns in Bezug auf die Mondfinsternisse machen. In der letzten Hälfte des verflossenen Jahrhunderts beobachtete man die Verdunkelungen einzelner Mondflecke, in der einzigen Absicht, dadurch terrestrische Längenunterschiede zu bestimmen; doch sobald man eingesehen hatte, es sey auf diesem Wege kein hinreichend sicheres Resultat zu erlangen, verliess man diese Beobachtungen und bestimmte die Längenunterschiede wieder durch Verfinsterungen der Jupiterstrabanten, bis auch diese andern und genaueren Methoden Platz machen mussten. Aus jener Zeit sind uns auch, mehr gelegentlich, als absichtlich, einige Bemerkungen der Beobachter über das Verhalten des Mondes während der Finsterniss aufbehalten worden, die man späterhin ebenfalls unterliess. Ist denn aber, fragen wir, die Astronomie

*) Hevel machte bekanntlich schon einen Versuch, die Höhe der Mondberge aus der Lichttangente zu bestimmen, und fand die höchsten von ihm gemessenen Gipfel ¼ deutsche Meilen, was von der Wahrheit wenig abweicht. Von der Höhe der Erdberge wusste man dagegen so wenig, dass Hevel die höchsten Erdberge etwa zu ¼ Meile annahm, während Andere sie 5½ Meilen hoch machten.

Digitized by Google

nichts weiter, als ein Mittel für geographische und nautische Zwecke, und ist ihr Ziel erreicht, wenn sie uns hinreichend genaue Tafeln und Ephemeriden liefert? Haben die einzelnen Weltkörper, an sich betrachtet, hat namentlich der Mond kein eigenthümliches selbstständiges Interesse, eben so gut als unsere Erde? Er ist unter allen Weltkörpern der einzige, der vom Schatten unserer Erde noch erreicht werden kann, und so kann eine Beobachtung der Mondfinsternisse in physischer Beziehung uns Aufschlüsse über die Natur der drei hier in Betracht kommenden Körper geben; denn die Art, wie der verfinsterte Körper sich uns darstellt, hängt sowohl von unserer eigenen Atmosphäre als von der Umhüllung des leuchtenden und des verfinsterten Körpers ab. So werden uns anhaltend fortgesetzte Untersuchungen über die Mondfinsternisse zu Resultaten über die Naturbeschaffenheit der Sonne, der Erde und des Mondes führen, und bei Körpern, die uns so nahe stehen, darf man solche Aufschlüsse mit einigem Rechte erwarten.

Doch kein Problem der Physik, es betreffe unsere Erde oder den Himmel, kann einer mathematischen Grundlage entbehren, und Beobachtungen über den Schatten der Erde bei Mondfinsternissen werden erst dann von Nutzen seyn können, wenn eine Theorie dieser Finsternisse zu ihrer Berechnung vorliegt. Ausserdem ist es wünschenswerth, dass Beobachtungen dieser Gattung an möglichst vielen Orten und von einer grössern Anzahl zuverlässiger Beobachter angestellt werden — wozu es keineswegs grosser und vollständig ausgerüsteter Sternwarten bedarf — denn bei der seltenen Gelegenheit, eine Mondfinsterniss unter ganz günstigen Umständen ihrem vollen Verlaufe nach zu sehen, wird ein Einzelner auch bei dem grössten Eifer nicht zum Ziele gelangen.

Die bei unsern vorbereitenden Rechnungen angewandten Bezeichnungen und ihre Bedeutung sind die folgenden:

T = Zeitmoment der Opposition.
a, a' = Gradeaufsteigung des Mondes und der Sonne.
δ, δ' = Declination des Mondes und der Sonne.
λ, λ = Länge des Mondes und der Sonne.
π, π' = Parallaxe des Mondes und der Sonne.
ϱ, ϱ' = Halbmesser des Mondes und der Sonne.
β = Breite des Mondes.
λ_0 = Mittlere Länge des Mondes.
l = Libration des Mondes in Länge, positiv, wenn sie die Flecke von West nach Ost verschiebt.
b = Libration in Breite, positiv, wenn sie die Flecke von Norden nach Süden rückt.
M = Winkel der Mondbewegung (in Beziehung auf das als ruhend betrachtete Schattencentrum genommen) mit der Ekliptik.
ζ = Winkel derselben Bewegung mit dem Erdäquator.
C = Winkel des durch die scheinbare Mondmitte gezogenen Mondmeridians mit dem Declinationskreise.
m = Stündliche Bewegung des Mondes, bezogen auf den Mittelpunct des Schattens.
λ'' = Selenographische Länge des Mondflecks, positiv im Westen.
β'' = Selenographische Breite des Mondflecks, positiv im Norden.
F = Abstand des Flecks von der scheinbaren Mondmitte in Graden der Mondkugel.
L = Geocentrische Distanz des Mondflecks und des Schattenmittelpuncts in Länge, bezogen auf die Bahn des Mondes, gegen die Mitte der Finsterniss.
B = Derselbe Abstand in Breite.
e = Excentricität des Erdsphäroids.

Digitized by Google

A = Aequatoralaxe
P = Polaraxe
} des elliptischen Durchschnittes des Erdschattens.

S = Halbe Sehne der Schattenellipse, wie sie der Mondfleck beschreibt.

D = Halbe Dauer der Verfinsterung des Flecks.

$\Delta\alpha$, $\Delta\alpha'$ u. s. w. mögen die Veränderungen dieser Elemente α, α'... innerhalb einer Stunde bezeichnen.

Unter der Voraussetzung, dass in der Gegend, wo der Mond den Schatten durchschneidet, dieser letztere durch einen vom Rande der Sonne ausgehenden und das Erdsphäroid tangirenden Lichtstrahl begrenzt werde, erhalten wir die Halbmesser dieses Schattens:

$$1) \ldots \begin{cases} A = \pi + \pi' - \varrho'. \\ P = \sqrt{(1-e^2\cos^2\delta')}\,(\pi + \pi') - \varrho'. \end{cases}$$

Die stündliche Bewegung des Mondes, so wie der Winkel dieser Bewegung mit der grossen Axe der Schattenellipse werden erhalten durch:

$$2) \ldots \begin{cases} m \sin \varphi = \Delta\delta + \Delta\delta'. \\ m \cos \varphi = \Delta\alpha \cos\delta - \Delta\alpha' \cos\delta'. \end{cases}$$

Man beschreibe einen Kreis mit der halben grossen Axe der Schattenellipse und lasse die Mittelpuncte beider zusammenfallen, so wird dem Winkel φ in der Ellipse ein anderer ψ im Kreise entsprechen, und man erhält:

$$3) \ldots \begin{cases} \operatorname{tg}\psi = \dfrac{A}{P}\operatorname{tg}\varphi. \\ S = \dfrac{\cos\psi}{\cos\varphi}\left(1 + \dfrac{\pi \sin\varrho \cos F}{A}\right)\sqrt{\left(A^2 - \left(\dfrac{B\sin\psi}{\sin\varphi}\right)^2\right)}. \\ D = \dfrac{S}{m}. \end{cases}$$

Die Formeln 2) und 3) sind streng, wenn während der Finsterniss der Mond eine gerade Linie beschreibt und die Parallaxe keiner Veränderung unterworfen ist; da aber die Vernachlässigung der hieraus entspringenden Correctionen höchstens einen Fehler von 0″,3 im Bogen veranlassen kann, so ist es erlaubt, sie zu übergehen. Was die hier vorkommenden Grössen B und F betrifft, so wird weiter unten gezeigt werden, wie man sie erhält.

Die Variation, welche in der relativen Lage der Mondflecke durch die Parallaxe entsteht, hat in Bezug auf unsere Aufgabe keinen Einfluss, und wir haben also nur die Coordinaten der optischen Libration l und b, auf das Erdcentrum bezogen, so wie den Winkel C zu bestimmen. Vermöge der ganz gleichförmigen Rotationsbewegung des Mondes und des Zusammenfallens der entgegengesetzt bezeichneten Knoten des Mondäquators mit der Mondbahn hat man:

$$4) \ldots \begin{cases} l = \lambda - \lambda_0. \\ b = -1{,}289\,\beta \\ \sin C = 0{,}288\,\dfrac{\Delta\beta}{\Delta\lambda} \end{cases}$$

oder statt dessen die Constante $C = 1^\circ\,28',8$, was in Mondfinsternissen stets sehr nahe richtig ist. — Der Coefficient 0,288 ist der Quotient des *Sinus* der Neigung des Mondäquators (1° 28′ 47″) durch den *Sinus* der Neigung der Bahn (5° 8′ 49″).

Den Werth von M erhält man durch:

$$5) \ldots \begin{cases} m \sin M = \Delta\beta \\ m \cos M = \Delta\lambda - \Delta\lambda', \end{cases}$$

durch welche Formeln zugleich eine Controlle für den in den Formeln 2) gefundenen Werth für m enthalten ist.

Digitized by Google

Endlich ergiebt sich:

$$6) \ldots \begin{cases} \beta \cos M = \text{Kleinste Distanz der Centra des Mondes und des Erdschattens zur Zeit der Mitte der Finsterniss.} \\ \beta \sin M = \text{Bogen der Mondbewegung von der Zeit der Opposition bis zur Mitte der Finsterniss.} \end{cases}$$

Die Coordinaten L, B, F der betreffenden Moudflecken erhält man am leichtesten durch ein graphisches Verfahren mit Hülfe der Mondkarte. Man bilde sich einen veränderlichen Maassstab, der für jeden möglichen Werth von ϱ dem Radius der Karte entspricht; trage mittelst dieses Maassstabes die Linie $\beta \cos M$ von der Mondmitte aus unter dem Winkel $M + C$ mit dem ersten Meridiane der Karte auf, so bezeichnet der Endpunct dieser Linie den Ort, wo das Schattencentrum zur Zeit der Mitte der Finsterniss liegt. Durch diesen Endpunct lege man eine zweite Linie normal auf die erste und verlängere beide über die ganze Karte. Hierauf versetze man jeden Mondfleck, dessen Verfinsterung man berechnen will, um die Grössen l und b (genauer b cos $[\lambda''-l]$), d. h. von seinem wahren Orte nach seinem scheinbaren, und messe die Abscissen L und Ordinaten B der so versetzten Mondpuncte durch Hülfe des oben erwähnten Maassstabes. Um F zu finden, kann eine für orthographische Projection entworfene Scala, wie unsere *Mappa Selenographica* sie enthält, dienen.

Will man aber statt dieses graphischen Verfahrens dem Calcül den Vorzug geben, so können folgende Formeln dienen.

$$7) \ldots \begin{cases} \text{tg } N = \dfrac{\text{tg } \beta''}{\cos(\lambda''-l)} \\ N' = N - b \\ \text{cotg } u = \dfrac{\text{tg } (\lambda''-l) \cos N}{\sin N'} \\ \text{tg } F = \dfrac{\text{tg } N'}{\sin u} \\ W = u \pm (M + C) \\ B = \varrho \sin F \sin W \pm \beta \cos M \\ L = \varrho \sin F \cos W. \end{cases}$$

u bezeichnet in diesen Formeln den Winkel, den der Bogen F mit dem Aequator der Karte macht. Welches der beiden zweideutigen Zeichen $\pm$ man in den Werthen für W und B anzuwenden hat, ergiebt sich leicht durch eine flüchtig entworfene Figur.

Zuletzt erhält man die Zeit t für die Mitte jedes berechneten Moudfleckes durch die Formel:

$$8) \ldots \left\{ t = T + \frac{\beta}{m} \sin M + \frac{L}{m} \right.$$

Will man möglichst genau verfahren, so kann man noch auf zwei kleine Correctionen Rücksicht nehmen, deren eine von der Veränderung der Libration während der Finsterniss entsteht und die halbe Dauer afficirt; die andere in der elliptischen Figur des Schattendurchschnitts ihren Ursprung hat und die Zeit der Mitte verändert. Denn in der Ellipse werden die Sehnen, die nicht mit einer der Axen parallel laufen, nicht wie im Kreise durch die vom Mittelpunct auf sie gefällten Perpendicularen in zwei gleiche Theile getheilt. Beide kann man fast immer vernachlässigen: die erste wegen ihrer Kleinheit, denn nur in den seltensten Fällen (bei extremen Parallaxen) kann sie auf 1″ in Zeit steigen: die zweite und grössere aber, weil sie auf die Dauer keinen Einfluss hat und sich verschiedene Ursachen vereinigen, die das absolute Moment der Mitte ungewiss machen, während sie keinen oder doch nur sehr geringen Einfluss auf die Dauer haben. Man wird sich

Digitized by Google

deshalb schwerlich veranlasst finden, aus nur einseitig gelungenen Beobachtungen einen Schluss auf die Grösse des Schattens zu machen; und es wird überhaupt genügen, die Vorausberechnung der Momente nur so weit zu führen, dass der Beobachter die Folge der Ein- und Austritte vor sich habe.

Diese Correctionen sind übrigens:

$$9) \ldots \begin{cases} \text{Für die halbe Dauer: } \dfrac{-\,D.\,\triangle l \sin \varrho \cos F}{m} \\ \text{Für den Moment der Mitte: } \dfrac{B}{m} \operatorname{cotg} \varphi \left(1 - \dfrac{\cos^2 \psi}{\cos^2 \varphi}\right) \end{cases}$$

Als Beispiel diene die Finsterniss vom 13. October 1837, die man als eine der günstigsten für die Beobachtung betrachten kann, da nicht allein der Mond sich stets in einer bequemen Höhe über dem Horizonte Mitteleuropa's erhält, sondern auch das Schattencentrum durch Gegenden läuft, wo man viele im Vollmonde noch deutlich sichtbare Mondflecke wahrnimmt.

Die allgemeinen Elemente der Finsterniss sind nach dem Berliner Jahrbuche:

$$\begin{aligned}
T &= 11^h\ 24'\ 4'',0 \text{ mittlere Pariser Zeit.} \\
\lambda + \triangle\lambda &= 20^\circ\ 24'\ 41'',0 + 35'\ 53',2 \\
\lambda' + \triangle\lambda' &= 200^\circ\ 24'\ 41'',0 + 2'\ 28',8 \\
\beta + \triangle\beta &= -\ 11'\ 11'',7 + 3'\ 19',1 \\
\alpha + \triangle\alpha &= 18^\circ\ 55'\ 6'',8 + 32'\ 17',3 \\
\alpha' + \triangle\alpha' &= 198^\circ\ 50'\ 19'',6 + 2'\ 19',1 \\
\delta + \triangle\delta &= +\,7^\circ\ 48'\ 32'',3 + 16'\ 53',4 \\
\delta' + \triangle\delta' &= +\,7^\circ\ 58'\ 41'',0 - 56',0 \\
\pi &= 59'\ 31'',7 \\
\pi' &= 8'',6 \\
\varrho &= 16'\ 13'',3 \\
\varrho' &= 16'\ 4'',1 \\
\lambda o &= 16^\circ\ 10'\ 13',0 \text{ nach Burkhardt's Mondtafeln,}
\end{aligned}$$

woraus nach den Formeln 4):

$$\begin{aligned}
l + \triangle l &= +\,4^\circ\ 14',5 + 2',95 \\
b + \triangle b &= +\,-\,14',6 - 4',22
\end{aligned}$$

Die Flecke sind folglich nach Ost verschoben und diese Verschiebung nimmt während der Finsterniss zu; sie sind ferner nach Süden versetzt, und diese Verschiebung vermindert sich während der Finsterniss.

Bei einer Abplattung von $\frac{1}{300{,}70}$ (nach Bessel), wodurch $\log e^2 = 7{,}82217$, erhält man durch die Formeln 1):

$$\begin{aligned}
A &= 2616'',2 \\
P &= 2604'',6
\end{aligned}$$

Weiter ergiebt die Anwendung der Formeln 2) und 3):

$$\begin{aligned}
\varphi &= 27^\circ\ 48',2 \\
\log m &= 3{,}30409 \\
\psi &= 27^\circ\ 54',6 \\
\log \frac{\sin \psi}{\sin \varphi} &= 0{,}00153 \\
\log \frac{\cos \psi}{\cos \varphi} &= 9{,}99958 \\
\pi \sin \varrho &= -\ 16'',8.
\end{aligned}$$

Digitized by Google

Man nehme nun für B die Werthe 0 bis 27′, denn in dieser Finsterniss kommen keine höheren vor, so erhält man für die halben Sehnen und die halbe Dauer die folgende Tabelle:

B.	S.	D.
0′	2613″,7 + 16″,8 cos F	1h 17′ 51″,4 + 29″,8 cos F
3′	2607″,5 + 16″,7 „ „	1„ 17′ 40″,3 + 29″,7 „ „
6′	2589″,1 + 16″,6 „ „	1„ 17′ 7″,5 + 29″,5 „ „
9′	2559″,4 + 16″,4 „ „	1„ 16′ 14″,4 + 29″,2 „ „
12′	2519″,4 + 16″,1 „ „	1„ 15′ 2″,9 + 28″,7 „ „
15′	2470″,6 + 15″,8 „ „	1„ 13′ 35″,7 + 28″,3 „ „
18′	2414″,7 + 15″,4 „ „	1„ 11′ 55″,7 + 27″,7 „ „
21′	2355″,2 + 15″,0 „ „	1„ 10′ 5″,8 + 27″,1 „ „
24′	2287″,8 + 14″,6 „ „	1„ 8′ 8″,9 + 26″,4 „ „
27′	2219″,8 + 14″,2 „ „	1„ 6′ 7″,3 + 25″,7 „ „

Für den vom Schattencentro beschriebenen Weg auf der Mondscheibe ergeben die Formeln 4) 5) 6):

$$\begin{aligned} M &= 5^{\circ}\ 40',4 \\ \log m &= 3{,}30411 \\ C &= 1^{\circ}\ 28',7 \\ \beta \cos M &= -\ 11'\ 8'',4 \\ \beta \sin M &= +\ 1'\ 6'',4 \end{aligned}$$

und für die Mitte der Finsterniss nach der Formel 8):

$$T = 11^{h}\ 26'\ 2'',7 \text{ mittlere Zeit von Paris.}$$

Da die Breite des Mondes südlich ist und sich vermindert, so fällt das Schattencentrum um die Zeit der Mitte in den nordwestlichen Theil des Mondes. Man nehme also einen Maassstab, der den Radius der Karte = 16′ 13″3 macht, und trage mit diesem vom Centro der Karte aus die Linie 11′ 8″,4 unter dem Winkel 7° 9′,1 mit dem Meridian der Karte auf. Der Endpunct dieser Linie fällt in unserm Beispiele zwischen Cassini und Egede in das Hügelland der Alpen, und hier wird sich also zur Zeit T der Mittelpunct der Schattenellipse befinden. Dieser Punct ist nun der Kreuzungspunct der beiden Axen, deren eine = β cos M ist und die über die ganze Mondscheibe verlängert werden.

Bestimmen wir jetzt die Mitte und die halbe Dauer der Finsterniss für den Centralberg des Copernicus, für den unsere 10 Messungen, welche die Selenographie im Detail mittheilt, $\lambda'' = -19^{\circ}\ 55',8$ und $\beta'' = +\ 9^{\circ}\ 20'9$, ergeben haben. Will man nicht das oben beschriebene graphische Verfahren anwenden, so giebt uns der Calcül, nach den Formeln 7) die folgenden Resultate:

$$\begin{aligned} \text{tg } \beta'' &= 9.21649 \\ \cos(\lambda''-l) &= 9.96015 \\ \text{tg } N &= 9.25634 \\ N &= 10^{\circ}13',7 \\ N' = N-b &= 9\ 59,1 \\ \text{tg}(\lambda''-l) &= 9{,}65207 \\ \cos N. &= 9{,}99305 \\ \text{Cp. sin } N' &= 0{,}76098 \\ \text{cotg } u &= 0{,}40609 \end{aligned}$$

Digitized by Google

$u = 21° 26',0$

$\lg \operatorname{tg} N' = 9,24565$

$\lg \sin u = 9.56279$

$\lg \operatorname{tg} F = 9.68286$

$F = 25° 43',5$

$W = 14° 16',1$

$\lg \rho$ in Secunden $= 2.98825$

$\sin F = 9.63754$ $\quad \lg \sin W = 9.39177$ $\quad \ldots\ 2,01756$

$\ldots\ldots\ldots = 2.62579$

$\lg \cos W = 9.98639$ $\quad \ldots\ 2,61218$

$\rho \sin F \sin W = + 1' 44'',2$

$\beta \cos M = - 11' 8'',4$

$B = - 9' 24'',2$

$L = - 6' 49'',4$

Halbe Dauer für $B = 9' 24''2 \ldots\ldots\ 1^h\ 16'\ 6'',6$

„ „ für $F = 25° 43',5 \ldots\ldots\ + 26'',2$

Correction (9) $\ldots\ldots\ - 0'',8$

Halbe Dauer der Finsterniss für Copernicus $\ldots\ 1^h\ 16'\ 32'',0$

$T + \frac{\beta}{M} \sin M = 11^h\ 26'\ 2'',7$

$\frac{L}{m} = - 12'\ 11'',0$

Correction (9) $\ldots\ldots = + 3'',8$

Mitte der Verfinsterung für Copernicus $11^h\ 13'\ 55'',5.$

Durch dieses Verfahren ist die halbe Dauer und die Mitte der Verfinsterung für die nachfolgenden Flecke, für welche die Beobachtungen weiter unten folgen sollen, erhalten worden:

	L.	B.	F.	Verbesserung der halben Dauer.	Verbesserung der Mitte.	Verbesserte Mitte.	Verbesserte halbe Dauer.
Reiner	— 13° 50′	— 10° 40′′	60° 50′	— 0″,3	+ 4″,3	10h 59′ 58″	1h 16′ 1″,5
Aristarch	— 12 20	— 6 11	55 2	— 0 ,5	+ 2 ,5	11 4 2	1 17 21 ,9
Crüger	— 14 1	— 17 33	71 46	— 0 ,4	+ 7 ,9	11 1 7	1 12 19 ,7
Kepler	— 10 55	— 10 17	42 30	— 0 ,6	+ 4 ,2	11 6 37	1 16 6 ,6
Heraclides	— 8 48	— 1 30	53 36	— 0 ,5	+ 0 ,6	11 10 20	1 18 5 ,8
Euler	— 8 52	— 5 53	39 28	— 0 ,7	+ 2 ,4	11 10 4	1 17 31 ,9
Laplace	— 7 5	— 0 22	52 30	— 0 ,5	+ 0 ,1	11 13 23	1 18 8 ,9
Pytheas	— 7 1	— 6 24	31 28	— 0 ,7	+ 2 ,6	11 13 33	1 17 25 ,9
Copernicus	— 6 49	— 9 24	25 44	— 0 ,8	+ 3 ,8	11 13 56	1 16 32 ,0
Timocharis	— 5 8	— 4 28	31 15	— 0 ,7	+ 1 ,8	11 16 54	1 17 45 ,5
Plato	— 4 4	+ 1 1	52 0	— 0 ,5	— 0 ,4	11 18 46	1 18 8 ,0
Pico	— 4 2	— 0 1	46 48	— 0 ,6	— 0 ,0	11 18 50	1 18 11 ,2
Campanus	— 6 35	— 19 33	41 11	— 0 ,6	+ 7 ,9	11 14 32	1 11 19 ,4
Manilius	+ 0 46	— 7 2	14 54	— 0 ,8	+ 2 ,8	11 27 28	1 17 19 ,0
Menelaus	+ 2 36	— 6 26	19 50	— 0 ,8	+ 2 ,5	11 30 44	1 17 28 ,4
Dionysius	+ 3 30	— 9 59	13 10	— 0 ,8	+ 4 ,0	11 32 22	1 16 20 ,8

Digitized by Google

Die Vergleichung der so berechneten Resultate mit den Beobachtungen wird nun erkennen lassen, ob die oben angeführte und dieser Entwickelung zum Grunde liegende Voraussetzung richtig sey, oder nicht. Man kann im Voraus annehmen, dass dies nicht der Fall sey: eine strahlenbrechende Atmosphäre umgiebt unsere Erde und muss den Lichtstrahl ablenken, den Schatten mit gebrochenem Sonnenlichte erfüllen und die Grenzen zwischen diesem und dem vollen Lichte anders gestalten. Mayer fand aus seinen Beobachtungen eine Vergrösserung des Erdschattens von $\frac{1}{60}$ des Ganzen; Lambert's Vergrösserungs-Coefficient, gleichfalls durch Beobachtungen erhalten, ist $= \frac{1}{76}$, allein keiner dieser beiden Astronomen giebt uns ein näheres Detail über die Data, welche zu diesem Resultate geführt haben. Wir werden weiter unten unsere eigenen Resultate aufführen.

Bei näherer Betrachtung der obigen Formeln leuchtet sogleich ein, dass die Unsicherheiten der Grösse B (welche hauptsächlich von den Fehlern in β abhängen) einen desto grössern Einfluss auf das Resultat gewinnen, je grösser B selbst ist, und dass man folglich zur Bestimmung des Vergrösserungs-Coefficienten am vortheilhaftesten solche Flecke wählen wird, die sich so wenig als möglich vom Schattencentro entfernen. Nur ist eine solche Wahl sehr häufig nicht gestattet: bedeckt z. B. der Schatten nur die südliche Hälfte der Mondscheibe, so trifft er überhaupt nur wenige im Vollmonde noch deutlich sichtbare Flecke, ja oft wird er keinen einzigen derselben erreichen. Auch ist alsdann das Schattencentrum gar nicht auf der Mondscheibe selbst, sondern ausserhalb zu suchen, und es wird sich für B stets ein bedeutender Werth ergeben. Für solche Fälle ist es alsdann besser, die Breite des Schattens auf dem Monde mikrometrisch zu messen. Nur ist es alsdann nicht gestattet, die aus den Mondtafeln oder Ephemeriden abgeleitete Declination des Mondes anzuwenden, denn die Fehler derselben würden mit ihrem ganzen Betrage in das Resultat übergehen: es ist vielmehr unerlässlich, eine directe Beobachtung der Zenithdistanz des Mondes anzuwenden. Wir beobachteten am 10. Juni 1835 eine Finsterniss dieser Art, von welcher weiter unten das Detail folgen wird.

Beobachtungen.

1) Mondfinsterniss am 26. December 1833.

Die Stunden, in welche diese Mondfinsterniss fiel, waren die einzigen völlig heitern des ganzen Monats; dabei herrschte gelinder Frost und ein sehr mässiger Nordwind. Der Mond blieb während der ganzen Dauer desselben 45° bis 55° über dem Horizonte von Berlin. Die Grenze des Schattens, wenigstens in den mittlern Regionen der Mondscheibe, blieb nur auf etwa 5″ im Bogen unsicher. Im Folgenden haben wir diejenigen Flecke zusammengestellt, für welche eine Beobachtung des Ein- und des Austrittes gelang.

Sternzeit = Tiede + 7″,8.

	Eintritt.	Austritt.
Grimaldi 1 Rd.	3h 1′ 15″	5h 39′ 16″
2 Rd.	2 43	
Cartesius	8 47	41 15
Aristarch	5 34	46 59
Kepler	9 55	50 20
Heraclides	12 16	53 3
Laplace	16 1	56 22

Digitized by Google

	Eintritt.		Austritt.		
Copernicus 1 Rd.	16′	27″,5		57′	53″
2 Rd.	18	21		59	44
Plato 1 Rd.	21	51,5	6h	1	50
2 Rd.	23	10			
Pico	22	22		2	27
Archimedes 1 Rd.	23	54		4	52
2 Rd.	24	58		6	35
Eudoxus 1 Rd.	30	32		10	37
2 Rd.	32	0			
Manilius 1 Rd.	31	11		13	21
2 Rd.	31	46			
Sulpicius Gallus	30	53		12	29
Tycho 1 Rd.	31	26		1	4
2 Rd.	33	5			
Menelaus	34	28		16	19
Dionysius	36	58		17	58
Posidonius 2 Rd.	39	3		20	5
Endymion 1 Rd.	39	16		17	2
2 Rd.	40	28		17	58
Plinius 2 Rd.	38	21		20	5
Proclus	47	23		28	17
Picard	49	25		30	50
Firmicus	52	54		33	36.

Wo der Fleck von uns beiden beobachtet worden, haben wir das Mittel angegeben. Die grösste Differenz (bei Plato 1 Rd.) stieg auf 13″.

Wir erhielten ferner:

Erster Halbschatten . . .	2h	51′	30″	
Anfang gewiss	2	58	4	
Total	3	56	36	
Total gewiss	3	56	59	
Erster Sonnenblick . . .	5	32	38	(wenigstens 2′ zu früh)
Ende	6	35	45	

welche Momente aber, als minder genau, nicht bei der Berechnung hinzugezogen sind.

Wir haben bereits in № 256 der Astronomischen Nachrichten eine Berechnung dieser Finsterniss gegeben; indess war damals unsere selenographische Arbeit noch nicht so weit vorgerückt, dass wir (einige Hauptpuncte ausgenommen) die Längen und Breiten der betreffenden Flecke mit hinreichender Sicherheit bestimmen konnten; überdies wandten wir damals weniger strenge Formeln an, als die gegenwärtigen. Beide Umstände haben einen wesentlichen Einfluss auf die Endresultate; wir haben demnach die ganze Rechnung wiederholt und geben sie so, wie sie die letzte Bearbeitung uns ergeben hat:

Digitized by Google

	Halbe Dauer der Verfinsterung. Mittlere Zeit.		Verbesserte Differenz oder $(o-c)\sqrt{\left(1-\frac{B^2}{A^2}\right)}$
	Beobachtete = c.	Beobachtete = o.	
Grimaldi	1h 17′ 22″,6	1h 18′ 25″,6	+ 62″,2
Byrgius	1 14 54″,2	1 16′ 1″,5	64″,6
Aristarch	1 19 15″,2	1 20′ 29″,3	74″,1
Kepler	1 18 51″,9	1 19′ 59″,3	67″,2
Heraclides	1 18 53″,4	1 20 10″,3	76″,5
Laplace	1 18 46″,6	1 19 57″,2	70″,3
Copernicus	1 19 6″,5	1 20 29″,0	82″,2
Plato	1 18 16″,8	1 19 26″,5	69″,0
Pico	1 18 35″,9	1 19 49″,5	72″,8
Archimedes	1 19 5″,4	1 20 25″,6	80″,1
Eudoxus	1 18 29″,8	1 19 27″,4	57″,1
Manilius	1 19 21″,3	1 20 43″,0	81″,7
Sulpicius Gallus	1 19 22″,5	1 20 34″,8	72″,3
Tycho	1 13 15″,3	1 14 12″,1	52″,3
Menelaus	1 19 22″,3	1 20 42″,2	79″,9
Dionysius	1 19 1″,1	1 20 16″,8	75″,2
Posidonius	1 18 58″,8	1 20 17″,8	78″,6
Endymion	1 17 36″,9	1 18 43″,5	65″,1
Plinius	1 19 20″,3	1 20 38″,5	78″,2
Proclus	1 19 15″,4	1 20 43″,9	88″,5
Picard	1 19 10″,8	1 20 29″,8	79″,0
Firmicus	1 19 3″,9	1 20 7′,9	64″,0

Die Correction der Differenz (o — c) dient, um den Werth derselben von der Richtung der Sehne auf die des Radius Vector zu reduciren. Der mittlere Werth dieser verbesserten Differenzen ist:

72″,4 in Zeit

$= \frac{1}{654}$ des Schattenhalbmessers;

bezogen auf seine Aequatoreslaxe und für die Parallaxe 58′ 39″,8 geltend. Denn da wir die Ursachen der Vergrösserung des Schattens nicht mit hinreichender Sicherheit kennen, so kann man auch im Voraus nicht angeben, ob die verschiedenen Halbmesser des elliptischen Schattendurchschnitts die gleiche Vergrösserung erfahren, und eben so wenig, ob die Länge der Schattenaxe durch diesen Umstand gleichfalls eine Veränderung erleide.

Die Verschiedenheiten des Verlaufs totaler Mondfinsternisse sind bei den verschiedenen Beobachtern und Zeiten so bedeutend, dass die Annahme blos subjectiver Differenzen in Schätzung der Farben u. dgl. zur Erklärung nicht ausreicht, und wir genöthigt sind, sie grösstentheils als reelle Unterschiede gelten zu lassen. — Während der Dauer dieser Finsterniss erschien uns der Mond in einem sehr intensiven Roth, und alle Flecke, die man sonst im Vollmonde sieht, waren in diesem Roth deutlich sichtbar; man konnte z. B. selbst die kleine Hügelkette zwischen *Plinius* und dem Vorgebirge *Acherusia* deutlich wahrnehmen. Nur gegen die Mitte des Schattens hin herrschte eine tiefe Dunkelheit, welche die Unterscheidung selbst der grösseren Flächentheile kaum noch

Digitized by Google

gestattete. Die Gegenden an der Grenze des Schattens erschienen, gegen das Roth gehalten, in einem schönen lichten Blau, und viel heller, als jenes: mit dem Sonnenlichte verglichen dagegen tief grau, und nach dem Rande zu verwaschen. Beim Beginne der totalen Finsterniss schien das Roth plötzlich weit lebhafter zu werden und sich über den ganzen Mond zu verbreiten.

2) Finsterniss am 15. December 1834.

Sie war eine partiale (8,1 Zoll) und ward sehr oft von Wolken unterbrochen: es konnten nur einige wenige Eintritte einzelner Flecken, und nicht ein einziger Austritt beobachtet werden. Wir führen sie hier deshalb nur an, weil sie unsere Beobachtungen des vergangenen Jahres in Bezug auf die Farbe des verfinsterten Theiles bestätigt. Wenn man gleichzeitig den hellen und den beschatteten Theil des Mondes im Fernrohre betrachtete, so erschien letzterer in einem gleichförmigen Grau; so wie man aber jenen aus dem Felde des Fernrohrs entfernte, zeigte sich auch der röthliche Schimmer, und an seiner Grenze das schöne bläulichte Licht.

3) Finsterniss am 10. Juni 1835.

In dieser partialen Finsterniss blieben die Centra des Mondes und des Erdschattens um die Zeit der Mitte noch um einen vollen Grad von einander entfernt. Nur ein sehr kleiner Theil der Scheibe ward vom Schatten getroffen, und man konnte voraussehen, dass keiner der im Vollmonde gut sichtbaren Flecke vom Schatten getroffen werden würde. Der oben erwähnte Fall trat also hier ein, und der Schatten musste einer directen mikrometrischen Messung unterworfen werden.

Die Umstände waren im Ganzen wenig günstig: der Mond stand zu Anfang der Finsterniss nur 8° über dem Horizont, und erhob sich überhaupt nur bis 11°. Erst gegen die Mitte derselben konnten einige Messungen ausgeführt werden, doch schon das blosse Auge zeigte uns die unerwartete Ausdehnung des Schattens. Die Vorausberechnungen hatten ergeben:

Berliner Jahrbuch . . . . . 0,80 Zoll

Connaissance des temps . . . 0,35 „

Diese Differenz rührt augenscheinlich davon her, dass in der *Connaissance des temps* überhaupt kein Vergrösserungs-Coefficient in Rechnung gebracht war, während das Berliner Jahrbuch den Mayerischen Coefficienten ($\frac{1}{30}$) ansetzt. Die wirkliche Ausdehnung des Schattens übertraf augenscheinlich beide Resultate. Es fand an diesem Abend eine Libration von + 1° 17′ statt, und der Schatten hätte sich also, der erstern Rechnung nach, bei + 61° 21′ der selenographischen Breite enden sollen. Die zweite Annahme dagegen würde ihm schon bei + 71° 37′ eine Grenze gesetzt haben. Der erstere Grad fällt mit dem Nordrande des *Mare Frigoris* zusammen; es ist dies die Parallele von *Timaeus* und *Fontenelle*; der zweite dagegen fällt mit dem Nordrande des *Philolaus* zusammen, so dass unter den Vollmondsflecken *Anaxagoras* allein bedeckt worden wäre. Statt dessen wurde der ganze östliche Theil des *Mare Frigoris*, und selbst noch ein beträchtlicher Theil des zwischen diesem und *Plato* gelegenen Hügellandes bedeckt, so dass es anfangs möglich schien, dass *Plato* selbst noch beschattet werden würde. Die südliche Schattengrenze rückte dicht unter dem Nordrande des *Plato* weg, und da dieser in + 53° NB. liegt, so können wir die Grenze nicht nördlicher, als 54° setzen. Uebrigens erschien der Erdschatten, allerdings wohl in Folge des niedrigen Standes des Mondes, beträchtlich schlechter begrenzt, als am 26. December 1833, so dass die Ungewissheit sich wohl bis auf 10′′ im Bogen erstrecken konnte.

In den folgenden Messungen liessen wir den einen der beweglichen Mikrometer den Schattenrand finden, den andern ihm parallelen den beschatteten Mondrand tangiren; der Querfaden aber ward so gestellt, dass er den Schatten halbirte.

Sternzeit $10^{h}\ 41',7$ $25,^{R}742$ links

$43',2$ $34,298$ rechts

Digitized by Google

	51′,8	34,R270 rechts
	53′,2	26, 078 links
	58′,2	26, 803 links
	59′,8	33, 027 rechts
17.	1′,2	27, 361 links
	3′,2	32, 490 rechts
	4′,6	27, 740 links
	8′,7	28, 368 links.

Der Nullpunct der Fäden ward an diesem Abend durch einige Doppelstern-Distanzen bestimmt, da die vorstehenden Messungen ihn nicht mit hinreichender Sicherheit ergaben. Er fand sich 30,R038 und der Werth einer Schraubenwindung ist 44″,200.

Die Distanzen F von der Mondrille sind durch die Messungen selbst gegeben und die Correction $-\pi \sin \varrho \cos F$ reducirt sie auf eine durch das Centrum der Mondkugel gehende und auf die Axe des Schattenconoiden senkrechte Ebene. So wird erhalten:

Juni 10.	11h.	28′2	MZ. von Berlin	4,R026
		38′2	„ „ „	3, 858
		43′9	„ „ „	3, 023
		46′4	„ „ „	2, 632
		48′6	„ „ „	2, 187
		54′0	„ „ „	1, 513.

Die Elemente der Finsterniss ergaben:

$M = -5^{\circ}\ 32',2$

$T = 11^{h}\ 29',1$ MZ. von Berlin

$Q =$ kleinster Abstand der Centra $= 60'\ 14'',4$

und nun kann man für die zur Zeit t gemachten Beobachtungen die Näherungsformel

$$N = x - (T-t)^2 . y$$

wo N die reducirte Messung

x die Breite des verfinsterten Theiles,

y endlich einen Coefficienten bezeichnet, der sich auf die Verminderung der Breite bezieht.

Man erhält:

$$x = 3^{R},991 = 176'',4,$$

und die einzelnen Fehler der Messungen sind:

$$\begin{array}{r} -2'',2 \\ -9',4 \\ +1'',6 \\ +6'',3 \\ +8'',2 \\ -2'',1. \end{array}$$

Die Beobachtung ergiebt also den Schattenhalbmesser

$$S' = Q + x - \varrho = \ldots\ldots\ 2796'',5;$$

Die Declination der Sonne betrug $= +23^{\circ}\ 1'$

und der Winkel der Mondbewegung mit dem Parallel des Erdäquators

$12^{n}\ 28',5.$

Hieraus folgt der theoretisch berechnete Halbmesser des Schattens

$$S = 0.99759\ (\pi + \pi') - \varrho' = 2701'',0;$$

so dass die Vergrösserung des Schattenhalbmessers

Digitized by Google

$$S' - S = 95'',5 \text{ und}$$
$$\frac{S' - \varrho}{S} = \frac{1}{28,3}.$$

Den Einfluss einer Veränderung der angewandten Elemente zeigt die folgende Gleichung:

$$\triangle (S' - S) = -0,0965 \triangle\lambda + 0,9952 \triangle\beta - 0,9976 \triangle (\pi + \pi') - \triangle\varrho + \triangle\varrho'.$$

Nach Bessel's während dieser Finsterniss am grossen Königsberger Heliometer angestellten Beobachtungen ist $\triangle\varrho = + 0'',73$; es ist indessen wahrscheinlich, dass dieser Verbesserung eine analoge für π entspricht, und überdies ist sie von zu geringem Belange, um bei unsern Untersuchungen in Betracht zu kommen. π' und ϱ' sind so gut als ganz genau bekannt; der Einfluss von $\triangle\lambda$ ist höchst gering. Es wird also hauptsächlich darauf ankommen, ob der angenommene Werth für β richtig ist, um das Resultat von allen Fehlern, ausser denen der Messung selbst, zu befreien.

Der Adjunct der Wiener Sternwarte, Hr. C. v. Littrow, hatte auf unsere Bitte die Güte, eine Beobachtung der Zenithdistanz des Mondes während der Finsterniss anzustellen (denn in unsern nördlichern Gegenden stand der Mond zu tief), und hatte die folgenden Resultate erhalten:

Juni 10. $11^{h.}\ 58'\ 58'',61$ mittlere Wiener Zeit

$$AR ☽ = 17^{h.}\ 13'\ 15'',2$$
$$\delta = -24\ \ 2'\ 42'',1$$

also mit dem Berliner Jahrbuche verglichen

$$\triangle\alpha = -0'',28 \text{ in Zeit}$$
$$\triangle\delta = +2'',4.$$

Auch diese Differenz ist so klein, dass eine merkliche Einwirkung auf unser Resultat nicht zu erwarten ist; ja wenn man sie anbringt, so vergrössert sie das Resultat um eben so viel, als es durch die obigen Correctionen für π und ϱ vorkleinert wird: der Werth $\frac{1}{28,3}$ bleibt folglich ungeändert; er bezieht sich auf den polaren Halbmesser des Schattens und auf eine Parallaxe von $60'\ 48'',6$.

4) Finsterniss am 13. October 1837.

Diese totale Finsterniss versprach uns eine günstige Gelegenheit, eine Reihe von Beobachtungen zu erhalten, welche das Resultat von 1833 bestätigen, oder modificiren könnten. Allein der Himmel war nicht wolkenfrei; wir verloren deshalb gleich zu Anfang mehrere Eintritte, und gegen das Ende der Finsterniss ward die Bewölkung immer dichter, so dass wir eine halbe Stunde vor derselben die Beobachtungen schliessen mussten. Die Deutlichkeit der Bilder war veränderlich: im Allgemeinen grösser bei den Eintritten, als den Austritten, aber erheblich geringer, als am 26. Dec. 1833. Wir führen nur diejenigen Flecke, von denen wir Ein- und Austritt erhielten, nebst den Resultaten auf.

	Mittlere Zeit von Berlin.		Vergrösserung der halben Dauer.
	Eintritte.	Austritte.	
Reiner	$10^{h.}\ 26'\ 55''$	$13^{h.}\ 2'\ 32''$	106'',8
Aristarch	29 9	6 53	89'',2
Crüger	32 25	12 58 41	44'',3
Kepler	33 5	13 8 16	86'',2
Heraclides	34 40	14 6	45'',0
Euler	35 36	13 0	69'',5
Laplace	37 42	17 30	105'',1
Pytheas	39 55	16 55	63'',5
Copernicus	40 4	16 2	85'',1
Timocharis	41 15	20 40	116'',4
Plato	43 38	23 32	109'',0
Pico	43 16	23 40	120'',8
Campanus	46 7	11 40	64'',2
Manilius	52 56	30 34	87'',9
Menelaus	55 45	34 22	109'',0
Dionysius	59 0	34 27	80'',6

Digitized by Google

Halbschatten schon merklich bei Grimaldi	10h	5′	
bei Kepler	11	11	
Anfang der Finsterniss	10	23	15″
Anfang der totalen	11	24	33
Ende der totalen	12	55	58.

Die vorstehenden Beobachtungen ergeben im Mittel:

86″,5 Vergrösserung der Dauer

$= \frac{1}{54,0}$ „ des Schattenhalbmessers

geltend für die Aequatoreal-Halbmesser und eine Parallaxe = 59′ 31″,7.

Man sieht, dass die Abweichungen vom Mittel beträchtlich grösser sind, als dies 1833 der Fall war, denn die Hälfte der Fehler überschreitet 22″,4, und die stärksten erheben sich auf 41″ und 42″, während sie 1833 nicht über 16″ und 20″ stiegen. So starke Differenzen können ihren Grund schwerlich allein in Beobachtungsfehlern haben; es hat vielmehr den Anschein, als unterliege die Grösse des Schattens momentanen und localen Ungleichheiten im Umrisse, die wohl in nichts Anderem, als dem veränderlichen Luftzustande unserer Erde während der Dauer der Finsterniss an den Orten, wo die Sonne auf- und untergeht, ihren Grund haben.

Im Uebrigen konnten wir während dieser Finsterniss die oben schon erwähnten Farbenveränderungen sehr gut wahrnehmen. Die graue Decke breitete sich gleichmässig über alle Flecke beim Eintritte, und kein einziger von ihnen, Aristarch kaum ausgenommen, blieb sichtbar. In dem Maasse jedoch, wie sie sich immermehr in den Schatten einsenkten, der bereits den grössten Theil der Scheibe bedeckte, wurde dieser letztere mehr und mehr roth, und die Flecke erschienen wieder. Um jedoch das Roth in möglichster Reinheit und Intensität zu erblicken, musste man den noch erleuchteten Theil des Mondes aus dem Felde des Fernrohrs entfernen. Eben so konnte man den verfinsterten Mondrand, je weiter die Finsterniss vorschritt, immer besser vom dunklen Himmelsgrunde unterscheiden.

Gegen den Anfang der totalen Finsterniss erschien alles bereits in einem Grauroth, mit Ausnahme eines in's Graue spielenden Blau in den beiden Winkeln des Schattens Nordwest und Südwest. Dieses Blau verschwand erst mehrere Minuten nach dem Ende der totalen Finsterniss gänzlich, und NO. und SO. waren die beiden Stellen, wo es zuletzt gesehen ward. Nur im wirklichen Roth wurden die Vollmondsflecke sichtbar; nicht im Grau oder Blau, wenngleich dieses entschieden lichter, als das Roth war. Während der totalen Finsterniss waren alle Vollmondsflecke sichtbar, und der Rand des Mondes zeichnete sich rings herum so bestimmt, als ob keine Finsterniss stattfinde.

So weit die Bewölkung es wahrzunehmen gestattete, folgte beim Austritte der Flecken Alles in umgekehrter Ordnung wie bei dem Eintritte. Die ersten Strahlen des hellblauen Lichtes auf den emporragenden Gipfeln des östlichen Randgebirges *d'Alembert*, mehrere Minuten vor dem wirklichen Eintritte des Sonnenstrahls, boten einen ausgezeichnet schönen Anblick dar, und dieses war es ohne Zweifel, wodurch wir 1833 veranlasst worden waren, das Ende der totalen Finsterniss zu früh anzusetzen.

Die Coincidenz dieser Wahrnehmungen sowohl mit denen von 1833, als auch im Allgemeinen mit denen anderer Astronomen, berechtigt uns, den hier geschilderten Verlauf als den normalen zu betrachten, wenigstens für die totalen Mondfinsternisse, und anzunehmen, dass er jedesmal stattfinde, wenn der Zustand der Luft in den Erdgegenden, wo die Sonnenstrahlen sich brechen, ein heiterer ist. Findet dagegen in dieser Zone ein wolkiger oder trüber, überhaupt veränderlicher Himmel statt, so wird der verfinsterte Mond entweder gänzlich verschwinden, oder nur dunkle, traurige, unreine Farben zeigen, in denen man nur hin und wieder einen Fleck wahrnimmt. Die grössere oder geringere Entfernung des Mondes von der Erde scheint dagegen keinen bedeutenden

Digitized by Google

Einfluss auf die Farbe der verfinsterten Scheibe auszuüben; und nur der innerste Kernschatten, wenn er noch auf die Mondscheibe selbst fällt, wird uns grösser und dunkler erscheinen, wenn der Mond im Perigäe steht.

Wenn wir jetzt in Gedanken den Standpunct verändern, uns auf den Mond versetzen und die Finsterniss als eine Sonnenfinsterniss betrachten, so können wir mit ziemlicher Gewissheit den Gang der Erscheinung angeben, wie sie aus dem Vorstehenden folgt. Der Einfachheit und Symmetrie wegen wollen wir eine centrale Finsterniss annehmen. Wie für uns, fängt auch für den Mondbewohner die Finsterniss am westlichen Rande der Sonne an. Aber der Rand der Erde ist nicht, wie der Mondrand für uns, eine scharf begrenzte Curve, sondern er zeigt sich mehr oder weniger verwaschen und unbestimmt. Der Himmel verdunkelt sich anfangs langsam, hernach, wenn die Finsterniss vorrückt, nach und nach rascher, und da der letzte leuchtende Theil der Sonne sich dort nicht, wie bei uns, in Form einer schmalen Sichel, sondern wegen der viermal grösseren Erdscheibe nur als sehr kurzo, in einen Punct sich zusammenziehende Linie zeigt, so wird bereits eine fast völlige Dunkelheit herrschen können, noch bevor der letzte Sonnenstrahl verschwunden ist. Ueberdies erscheint die Erde durch ihre Atmosphäre vergrössert, und dieser letzte Umstand vereinigt sich mit dem vorigen, die Dauer der totalen Finsterniss zu verlängern, und auf diese Weise für uns die Ausdehnung des Schattens zu vergrössern.

Doch je weiter die Erde sich über den Sonnenrand hinwegschiebt, um desto grössere Intensität müssen die nun auch an den andern Theilen der Peripherie hervorbrechenden gebrochenen Sonnenstrahlen gewinnen. Die Erde wird zuletzt von einem leuchtenden Ringe umgeben scheinen, der in den prismatischen Farben des Sonnenauf- und Unterganges spielt, worin jedoch das Roth vorherrscht. Indess wird der vollständige Ring sich erst einige Zeit nach dem Verschwinden des letzten Sonnenstrahles bilden können; bis dahin erscheint er ungleich und unvollständig, so dass in den helleren Theilen desselben auch andere Farben, und namentlich Blau, spielen können. Hierin mag auch die Ursache des anfänglichen Verschwindens und nachherigen Wiedererscheinens der Flecke im verfinsterten Monde zu suchen seyn. Offenbar ist das blaugraue Licht an den Grenzen des Schattens ein helleres, als das Roth im Innern; allein es ist ein ungleichförmig gemischtes Licht, in welchem die einzelnen Flecke verschwimmen, während das gleichförmige Roth sie wiedererkennen lässt; ähnlich, wie wir im Mondscheine die Umrisse der Gegenstände und ihre Schatten besser erkennen, als in der gleichwohl helleren Abend- oder Morgendämmerung, da jenes ein gleichförmiges und ruhiges, dieses aber ein unbestimmt gemischtes Licht ist.

Ob indess die Atmosphäre der Erde für sich allein schon hinreichend ist, das Phänomen des Farbenwechsels während der Mondfinsternisse zu erzeugen, kann bezweifelt werden. Glücklicherweise besitzen wir einige wenige, aber höchst schätzbare Beobachtungen über totale oder doch diesen nahe kommende Sonnenfinsternisse. Bessel und van Swinden haben zwischen den Sonnenhörnern, in dem Augenblicke, wo sie sich einander rasch näherten und mit einander vereinigen wollten, matt leuchtende Bogen gesehen, in denen die Berge des Mondrandes deutlich sichtbar waren. Da diese Beobachtung, wie es nicht anders möglich ist, mit Hülfe eines Dämpfglases gemacht wurde, so kann eine Brechung in einer etwanigen Mondatmosphäre unmöglich die Ursache seyn, denn selbst der Vollmond ist am Tage und in der Dämmerung in einem solchen Dämpfglase unsichtbar. Horner, Lindener und andere Astronomen haben ähnliche Erscheinungen wahrgenommen, welche dieselbe Erklärung zu fordern scheinen, und der leuchtende Ring, den Ulloa, Ferrer, Bowditch und Andere bei totalen Sonnenfinsternissen gesehen haben und der sich mit einer so grossen Intensität darstellt, muss hierzu gerechnet werden, denn wäre letzterer im Dämpfglase beobachtet worden, so hätte er sich gewiss eben so matt, als jene Bogen gezeigt.

Digitized by Google

Wir wissen in der That nichts, was so geeignet wäre, alle hier angeführten und mit einander in Verbindung stehenden Wahrnehmungen zu erklären, als der Gedanke Bessel's (Astron. Nachr. №. 320), „dass die Sonne selbst eine Umhüllung von leuchtender Materie habe, die durch den Mondrand nicht verdeckt wird, während er den gewöhnlich für uns sichtbaren Sonnenrand verdeckt.“ Derjenige Theil dieser Umhüllung, der noch im Dämpfglase, und zwar während eine Sichel der Sonne gleichzeitig im Felde leuchtet, gesehen werden kann, hat sicher eine sehr geringe Breite. Dies hindert aber nicht, dass der überhaupt und unter geeigneten Umständen wahrnehmbare Theil eine äusserst beträchtliche Breite haben kann. Wir hatten bereits bei einer frühern Gelegenheit, in №. 257 der Astr. Nachr., eine ähnliche Meinung ausgesprochen, und die erwähnten Facta, namentlich aber die überaus wichtige Bessel'sche Beobachtung, scheinen sie zu bestätigen.

Das Licht dieser Umhüllung also ist es, was auf der Erde während der Dauer einer totalen Sonnenfinsterniss jenes sonderbare, mit nichts Anderem zu vergleichende Dämmerlicht verbreitet; und eben dieses Licht ist es, welches, in Verbindung mit der Refraction an der Erdoberfläche, das intensive Roth und die übrigen wechselnden Farben bei einer Mondfinsterniss erzeugt. Gewissermassen also kann man sagen, dass dem Monde (und der Erde) bei Finsternissen das Licht der Sonne nie ganz entschwinde, wiewohl von der Sonnenscheibe direct nichts mehr gesehen werden kann.

Digitized by Google

IV.

Die

Mondlandschaft Schröter.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die hier dargestellte kleine Mondlandschaft bildet einen Theil der Hügelgegend, welche sich auf der *Mappa Selenographica* von dem offnen Ringgebirge Schröter aus gegen Norden und Nordosten bis gegen das Hochland des Apennin und den *Sinus Aestuum* erstreckt. Obgleich der Mitte so nahe liegend, dass ihre optischen Verkürzungen völlig unmerklich sind, hat ihre naturgetreue Darstellung doch ungemeine Schwierigkeiten, nicht allein wegen Kleinheit und geringer Erhebung der zahllosen dichtgedrängten Hügel und Hügelketten, sondern auch wegen der tiefgrauen Farbe, welche diese Gegend characterisirt und wodurch sie dunkler erscheint, als selbst der benachbarte *Sinus Aestuum*.

Es war in dieser Gegend, wo Hr. Professor v. Gruithuysen in München im Jahr 1821 eine Reihe paralleler Wälle, von Querwällen durchzogen, entdeckt hatte, die er für ein Product seleuitischer Architectur und zwar für einen festungsartigen Bau hielt. Bei dem damaligen gänzlichen Mangel an einer irgend brauchbaren Mondkarte, sobald von einem Eingehen in specielles Detail die Rede war, hielt es schwer, die vielbesprochene Entdeckung zu constatiren, um so mehr, als Hr. v. Gruithuysen späterhin dieses „Wallwerk" oft „selenosphärisch bedeckt," d. h. gar nicht erblickt und es ein andres Mal ganz verändert und unkenntlich wiederfand.

Auf den Lohrmann'schen Karten, *Sect. 1*, ist diese Gegend dargestellt; hier aber zeigt sich nichts, was einem Wallwerk auch nur im Entferntesten ähnlich wäre; und der hochverdiente Verfasser bemerkt, dass er bei dem besten Willen ausser Stande sey, die gerühmten Entdeckungen Gruithuysen's bei seiner Arbeit zu benutzen, „da dieser sie auf keine Weise in guten Zeichnungen mit schon bekannten Gebirgen dargestellt habe."

Indess hatte Hr. v. G. die erwähnte Festung in 8° OL. und 6° NB. gesetzt; es war demnach zu vermuthen, dass die Gegend gemeint sey, welche auf der *Mappa Selenographica* zwischen dem Crater Schröter a (1° 45′ NB.; 7° 30′ OL.) und dem grauen Berge Γ (6° 40′ NB.; 7° 25′ OL.) dargestellt ist, und worüber wir in unserer Selenographie bemerkt haben, dass wir auch mit der grössten Mühe nichts von festungsähnlichen Wällen oder andern Kunstgebäuden zu entdecken im Stand gewesen.

Indess war Hoffnung, durch den grossen Refractor der Königlichen Sternwarte, wenn auch nicht die Fortificationen unserer Nachbarn aufzunehmen, doch mit dieser jedenfalls höchst merkwürdigen Gegend näher bekannt zu werden. Am 2. und 3. Mai 1838 zeigte sich die lange vergebens erwartete Gelegenheit, die erwähnte Landschaft unter günstigster Beleuchtung zu zeichnen und zu vermessen, wie sie hier dargestellt ist. Für die Entfernung der nahe unter gleichem Meridiane liegenden Puncte a und Γ fand sich 7¼ Meile (12¼ Lieues). Für den Berg Γ, dem höchsten dieser Gegend, hatte eine am 6. April 1835 um 7h 31′ angestellte Messung 390 Toisen ergeben; von den übrigen ist keiner zu genaueren Höhenbestimmungen geeignet; man kann indess sich leicht überzeugen, dass die höchsten unter ihnen nur etwa die halbe Höhe von Γ, oder 200 Toisen, erreichen.

Digitized by Google

Man gewahrt deutlich zwei vorherrschende Richtungen der hier streichenden Bergrücken, nämlich die des Meridians und eine andere sie unter einem Winkel von 50° NO. schneidende. Von a nach Γ ziehen in der erstern Richtung zwei niedrige, doch stellenweis steile Ketten mit mehreren einzelnen Gipfeln; der zweiten Richtung gehören unter andern 4 Querjoche an, welche diese Meridianketten mit einander verbinden und welche mit denen, die sich an a und Γ unmittelbar anschliessen, 5 kesselartige, länglichte Thäler, jedes von beiläufig 2 Meilen Länge und ¾ Meilen Breite, bilden, die hier durch b, d, e, f, g bezeichnet sind. Die sehr nahe gleiche Höhe der Seiten-, wie der Querwälle, wenn man sie so nennen will, so wie die Aehnlichkeit der Form und Grösse dieser 5 Thäler, giebt ihnen einen Anschein von Regelmässigkeit, der noch verstärkt wird, wenn die von W. her fallenden Schatten sie ganz oder grösstentheils anfüllen. Alsdann lassen sich die Contouren des Fusses der Bergrücken, wie sie hier erscheinen, nicht verfolgen; nur die Rücken selbst und ihre wenig bedeutenden Gipfel ragen aus der Nacht empor und zeigen sich fast geradlinigt und nahe von gleicher Breite.

Es bedarf wohl kaum eines Beweises, dass wir hier nur mit Naturgebilden zu thun haben. Geradlinigte und parallele Bildungen sind auf dem Monde überhaupt gar nicht so selten. Man betrachte die Landschaft Aristoteles, wenn die Lichtgrenze bei zunehmendem Monde etwa 5° östlich vor diesem Ringgebirge vorüberzieht, und man wird an der Ostseite gegen 10 parallele, geradlinigte Ketten von überaus kleinen Hügeln erblicken. Man betrachte das fast quadratische, mauerähnliche Gebilde bei *Fontenelle*, die neben einander fortziehenden Rillen bei *Capella* und im *Mare Humorum*, die beiden kometenartigen Lichtstreifen im Osten von *Messier*, das grosse Querthal der Alpen und viele andere Gegenden bei ruhiger, heitrer Luft und günstigen Beleuchtungswinkeln, um sich zu überzeugen, dass die hier abgebildete Gegend nichts weniger als einzig dasteht. Man bedenke ferner, dass selbst die colossalsten Bauwerke der Erde, mit diesen Hügelketten verglichen, gänzlich verschwinden müssen. Die grösste Stadt der Erde würde noch immer in einem der Kesselthäler, welche diese Ketten bilden, Platz finden, und unsere höchsten Gebäude vom Schatten der niedrigsten dieser Höhen bedeckt werden.

Am Berge Γ enden, wie bereits erwähnt, die beiden Meridianketten; eine dritte ähnlich ziehende hat sich schon früher mit der zweiten vereinigt und bildet mit ihm gleichfalls ein Kesselthal, doch von sanfteren Böschungen, als die vorerwähnten. Weiter gegen Norden hin hört der Zusammenhang der Gipfel fast ganz auf, und die Thäler erweitern sich zu kleinen Ebenen. Doch auch hier kommen noch parallele Bildungen vor, nur in viel kleinerem Maassstabe, und deshalb sehr schwierig zu erkennen. Die 5 Rücken bei ζ wird man selbst in den stärksten Ferngläsern nur selten erblicken. Nur die kleine Bergmasse bei ♀ und der Crater C gehören hier zu den leicht wahrnehmbaren Puncten, und der breite Abfall gegen den *Sinus Aestuum*, der gegen 250 Toisen über diesen sich erheben mag, tritt ebenfalls bei schräger Beleuchtung deutlich hervor. Hier ist übrigens nur ein Theil desselben gezeichnet; seine ganze Länge von C aus über z nach NW. hin beträgt gegen 36 geogr. Meilen.

Ausser C und a, den beiden grössten, findet man hier noch 6 kleinere Crater; doch hat der kleinste, westlich von a, noch mindestens 600 Toisen im innern Durchmesser.

Digitized by Google

V.

Umgegend des Mond-Nordpols.

(Hierzu die Karte Tafel I., 1.)

Digitized by Google

Digitized by Google

Nur selten bietet sich die Gelegenheit, eine dem mittleren Mondrande nahe gelegene oder darüber hinausreichende Landschaft in ihrer günstigsten Lage zu beobachten und abzubilden. Auch wird es nie gelingen, mit ihrem Naturbau so genau bekannt zu werden, als es in den besser und häufiger sichtbaren Gegenden möglich ist; gleichwohl ist ihre möglichst sorgfältige Untersuchung in mehr als einer Beziehung wichtig, insbesondere was die polaren Regionen betrifft.

Es ist bekannt, dass wir eigentlich nie einen wahren Vollmond erblicken. Hat der Mond zur Zeit seiner Opposition mit der Sonne keine, oder eine zu geringe Breite, so erfolgt eine Finsterniss; in allen andern Fällen zieht sich die Phase von Ost nach West, entweder durch Norden oder Süden herum, je nachdem die Breite des Mondes südlich oder nördlich ist, und bei starken Breiten im Vollmonde reicht schon ein Kometensucher hin, diese Phase deutlich zu erkennen. Bei stärkeren Vergrösserungen sind die Schatten der Gebirge, die noch von Nacht erfüllten Tiefen u. dergl. deutlich zu erkennen, und solche Momente sind der günstigste Augenblick, um die Grundlage zu einer detaillirten Zeichnung polarer Mondlandschaften zu gewinnen.

Am 17. September 1834 trat der Vollmond um 12^h 11′ Berliner mittlere Zeit ein und ging um 12^h 2′ bei einer südlichen Breite von — 4° 59′ durch den Meridian. Eine so seltne Vereinigung günstiger Umstände, zu denen sich noch eine vortrefflich heitere und stille Nacht gesellte, wie unser Klima sie zuweilen in ganzen Jahren nicht gewährt, durfte nicht ungenutzt bleiben. Von $8\frac{1}{2}$ bis 13 Uhr ward die hier dargestellte Landschaft in ihren allgemeinern Umrissen vermessen und gezeichnet, am 18. und in einigen folgenden Nächten die Arbeit fortgesetzt, und während des nächsten, nahe eben so günstig fallenden Vollmondes, am 14., 15. und 16. October so weit vollendet, dass in den folgenden Jahren nur noch einzelne Nachträge hinzuzufügen waren. In den drei letztgenannten Nächten wurden auch genauere Fixpunct-Messungen versucht und fünf weiter unten genannte Puncte nach Länge und Breite bestimmt, deren vier der jenseitigen Halbkugel angehören; eben so auch am 17. und 19. September einige Bergmessungen vermittelst der nach N. und WNW. fallenden Schatten (die hinreichend deutlich waren, um eine mikrometrische Bestimmung zuzulassen) ausgeführt. Der Maassstab der hier gegebenen Zeichnung ist der $1\frac{1}{2}$fache der *Mappa Selenographica*, folglich für einen Mondhalbmesser von $2\frac{1}{2}$ Par. Fuss, gültig: die Projection ist, wie in der *Mappa Selenographica*, die orthographische, aber auf den scheinbaren Mittelpunct des 18. Septembers um Mitternacht reducirte; der Ort des Poles ist angedeutet und zur leichteren Verglei-

Digitized by Google

chung mit der Hauptkarte, ausser den mit dargestellten benannten Ringgebirgen *Euctemon*, *Gioja* und *Scoresby*, noch der beiläufige Ort dreier anderer, des *Anaxagoras*, *Philolaus* und *Anaximenes* angegeben.

Die angestellten Messungen mögen hier voranstehen.

1834 October 14. 8^h 15'. MZ.

Euctemon e liegt genau im Rande, und $9,^R166$ in AR vom westlichsten Mondpuncte entfernt; die andern Puncte sind auf ihn bezogen.

	AR.	Decl.
Euctemon δ.	$= 1,^R229$ O.	$0,^R722$ N.
Gioja γ.	$= 2,\ 907$ „	$1,\ 549$ „
Anaxagoras ι	$= 4,\ 327$ „	$2,\ 074$ „

1834 October 15. 8^h 31',0 MZ.

Euctemon e im Rande. Entfernung in AR vom westlichsten Puncte des Mondrandes $= 9,^R190$. — Die übrigen wie vorhin:

	AR.	Decl.
Euctemon δ	$= 1,^R119$ O.	$0,^R646$ N.
Gioja γ	$= 2,\ 888$ „	$1,\ 505$ „
Anaxagoras ι	$= 4,\ 298$ „	$2,\ 016$ „
Gioja α	$= 3,\ 329$ „	$1,\ 463$ „

1834 October 16. Euctemon e dem Rande noch so nahe, dass eine schwache Spur erkennbar bleibt: Abstand vom Westrande $= 9,578$. Die übrigen Puncte:

	AR.	Decl.
Euctemon δ	$= 1,^R124$ O.	$0,^R612$ N.
Gioja α	$= 3,\ 177$ „	$1,\ 372$ „

Für diese Zeiten findet sich:

	Oct. 14.	15.	16.
Scheinbare AR ☽.	352° 54′ 2″	3° 50′ 16″	15° 21′ 48″
Scheinbare Decl. ☽	— 9 26 40	— 4 40 45	+ 0 42 8
Parallaxe . . .	54 13,7	54 2,4	53 56,0
Mittlere Mondlänge	340 15 0	359 12 4	13 39 8
☌	260 28 3	260 24 56	260 21 3

Als allgemeine Constanten sind angenommen:

Neigung des Mondäquators $= i = 1°\ 28'\ 47''$

Schiefe der Ekliptik . . $= \varepsilon = 23\ 27\ 41$

$\log \varrho \cos \phi' \ldots 9.78517$

$\log \varrho \sin \phi' \ldots 9.89761$

Hieraus erhielt man die Constanten der Libration:

	Oct. 14.	15.	16.
C =	− 23° 25′ 49″	− 22° 11′ 32″	− 22° 0′ 41″
l =	+ 3 20 28	+ 2 14 13	+ 0 45 28
b′ =	+ 7 19 56	+ 7 12 56	+ 6 45 26.

Für den 18. September um 12^h 10',5 MZ., auf welchen Moment die Zeichnung reducirt ist, finden sich eben diese Grössen:

$C = -22° 57' 44''$

$l = +\ 0\ 50\ 45$

$b' = +\ 6\ 58\ 0.$

Digitized by Google

Für die vorstehend gemessenen Puncte ergaben sich hiernach folgende selenographische Längen und Breiten:

		λ	β
Euctemon ε.	Oct. 14.	+ 127° 54′ 54″	+ 77° 38′ 1″
	15.	127 27 22	78 2 31
	16.	124 29 28	78 23 45
	Mittel	+ 126° 37′ 35″	+ 78° 1′ 46″.
Euctemon δ.	Oct. 14.	+ 110° 8′ 31″	+ 83° 57′ 24″
	15.	125 33 40	82 44 25
	16.	120 19 58	83 7 37
	Mittel	118° 0′ 40″	+ 83° 16′ 27″.
Gioja γ.	Oct. 14.	+ 175° 47′ 18″	+ 86° 40′ 45″
	15.	173 45 49	86 48 20
	Mittel	+ 174° 46′ 33″	+ 86° 44′ 33″.
Anaxagoras ι.	Oct. 14.	— 110° 26′ 15″	+ 85° 50′ 47″
	15.	106 2 56	84 57 14
	Mittel	— 108° 14′ 35″	+ 85° 24′ 0″.
Gioja α.	Oct. 15.	— 6° 6′ 36″	+ 87° 48′ 22″
	16.	7 57 42	88 21 0
	Mittel	— 7° 2′ 9″	+ 88° 4′ 41″.

Das Nähere über die Berechnungsmethode und die Bedeutung der angewandten Data ist §. 22 der Selenographie ausführlich gegeben. Bedenkt man, welche starken optischen Verkürzungen diese äussersten Mondgegenden erleiden, und wie gering die Grösse eines Längengrades in der Nähe des Poles ist, so wird man die hier vorkommenden Abweichungen durchaus nicht zu gross finden.

Die ausgeführten Schattenmessungen, Behufs der Höhenbestimmung, sind die folgenden:

1834.		Länge des Schattens.	Abstand von der Lichtgrenze.
Gioja α.	September 17.	11ʰ 56	0,ᴿ0404	0,ᴿ2425
Gioja δ.	„ „	12 2	0, 041	0, 184
Anaxagoras Θ.	Septb. 19.	12 17	0, 132	1, 100
Gioja α.	„ „	12 21	0, 183	0, 908
Euctemon γ.	„ „	12 25	0, 084	1, 688
Euctemon β.	„ „	12 29	0, 112	1, 656

woraus unter Anwendung der §. 66 der Selenographie entwickelten Berechnungsmethode folgt:

Gioja α. September 17. 1515ᵗ. } Mittel 1475ᵗ. Höhe über dem nördl. Fusse.
19. 1434 }
Gioja δ. „ 17. 1292ᵗ. . . . . „ „ „ „ „
Anaxagoras Θ. Sept. 19. 1085ᵗ. . . . . Höhe über dem westnordwestl. Fusse.
Euctemon γ. „ 19. 1325ᵗ. . . . . „ „ „ „ „
Euctemon β. „ 19. 1750ᵗ. . . . . „ „ „ „ „

Diese Höhen-Messungen und ihre Resultate sind zwar schon in der Selenographie §. 67, №. 360—365 gegeben, allein die nähere Bestimmung der Puncte fehlt dort, da sie auf die Hauptcharte nicht mit Sicherheit bezogen werden konnten; sie sind deshalb hier wiederholt und vervollständigt. Die Gelegenheit, diese Puncte wiederholt zu messen, wird eine äusserst seltene seyn.

Digitized by Google

Die Farbe (Lichtstärke) ist in der Zeichnung nicht angegeben, da sie an sich nur höchst geringe Nüancen hat und ihre Auffassung zu grosse Schwierigkeiten darbietet. In Vollmonden, wo der nördliche Rand keine Phase zeigt, sieht man nicht über den Pol hinaus, und alles übrige hier Dargestellte nur in solchen Verkürzungen, wie es die *Mappa Selenographica* zeigt, oder in noch ungünstigeren. Weit ausserhalb der Oppositionen aber treten die Farben im Allgemeinen zu sehr zurück und die Schatten verlängern sich dergestalt, dass in diesen Gegenden fast nur in Nacht liegende Lichtinseln wahrgenommen werden. Vom *Anaxagoras*, einem strahlenden Ringgebirge, ziehen einige Lichtstreifen auch nach N. und NO., von denen einer über *Gioja* dem Pole zuzieht, aber nie mit Sicherheit bis zu diesem verfolgt werden kann. Andere verbreiten sich nach B, γ und Z zu, verlieren sich jedoch sehr bald in's Unbestimmte. Man kann die Lichtstärke durchschnittlich 4—5, d. h. den helleren Berglandschaften des Mondes gleich, annehmen; Ebenen und Ringflächen, welche eine graue oder sonst dunklere Färbung zeigten, kommen hier in den arktischen Landschaften nicht mehr vor.

Die Bezeichnung durch Buchstaben ist so angeordnet, dass alle auf der *Mappa Selenographica* bereits vorkommenden und bezeichneten Gegenstände hier denselben Buchstaben führen, ausserdem aber noch andere für neue Objecte angewandt sind. — *Scoresby* ist ein sehr deutliches, oft aber perspectivisch so stark verkürztes Ringgebirge, dass seine optischen Axen sich wie 1 : 10 verhalten, während sie hier wie 36 zu 100 erscheinen. In dieser günstigen Lage gewahrt man auf seinem zu andern Zeiten ziemlich monoton erscheinenden Walle südlich 3 und nördlich 4 Kuppen, eine Reihe breiter Terrassen im W., ein doppeltes Centralgebirge nebst einem nebenliegenden schwer sichtbaren Hügel und einen Crater im Innern, so wie zwei sehr kleine östlich ausserhalb am Fusse. Die beiden minder hohen, an räumlichem Umfang den *Scoresby* übertreffenden Ringgebirge b und c sind gleichfalls ziemlich mannichfaltig gegliedert, wovon man sonst nichts sieht: und eben so ist *Gioja*, der auf der Hauptkarte bei 84° B. im Verhältniss 1 : 10 verkürzt ist, hier reichlich doppelt so weit geöffnet und lässt eine Menge Detail erkennen. Die Höhe seines Walles mag 8 - 900 Toisen betragen; der Centralberg dagegen steht an der äussersten Grenze des Wahrnehmbaren.

Ein ansehnliches Gebirge zieht von *Gioja* anfangs nordwestlich und sodann nördlich bis zum Gipfel δ unter 87° Br., der nach dem Obigen 1292 Toisen über seinem westnordwestlichen Fusse liegt. Die Höhe der Gipfelreihe zwischen *Gioja* und δ über der östlich vorliegenden Ebene, kann nur wenig geringer seyn. Bei δ theilt sich das Gebirge in drei Arme, von denen die beiden stärkern die Gipfel α und β als höchste Puncte deutlich wahrnehmen lassen. In der diesseitigen Kette α sind mit Sicherheit fünf kleine, auf dem Gebirgsrücken selbst eingesenkte Crater zu erkennen; sie zersplittert und verliert sich gegen O. in einzelnen Hügelrücken. Die der jenseitigen Halbkugel angehörende Kette β lässt keine Crater wahrnehmen: allein auch die andere zeigt sie nicht mehr, wenn man sie in mittlerer Libration betrachtet. Ihr Daseyn in dieser zweiten Kette ist gleichwohl höchst wahrscheinlich, da die Krümmungen und Absätze der einzelnen Rücken ganz darauf hindeuten. Hier, am Fusse des Berges β, zwischen ihm und einer schwachen unter 89°—89½° B. vorüberziehenden Hügelreihe liegt der Mond-Nordpol in beständiger Dämmerung. Den Anbruch des vollen Tages verhindern, allem Anscheine nach, die benachbarten höheren Gebirgsketten, von denen α, wie oben angegeben, sich 1475 Toisen erhebt; eine Nacht aber kann für ihn noch weniger stattfinden, denn die Gipfel der erwähnten Gebirge leuchten im ewigen Sonnenscheine (Selenographie §. 21), und der Reflex dieser sonnigen Höhen muss stets eine ziemlich lichte Dämmerung in den umliegenden Thälern und Ebenen hervorbringen.

Die hyperboreische Bergkette *Gioja* β zieht etwa auf dem mittleren Mondrande nach Südosten zu eine beträchtliche Strecke fort, und ihre meist ansehnlichen Gipfel bilden fast immer eine Reihe von Lichtinseln am äussersten Ende des Mondhornes. Von ihren Zweigen lassen sich nur

Digitized by Google

die diesseitigen gut erkennen. In *Anaxagoras* Θ unter 85° B. erhebt sie sich abermals 1085 T., weiterhin zerklüftet sie sich in Crater und Ringgebirge, mit denen in dieser Gegend (bei *Philolaus* g und h) fast Alles angefüllt ist, so wenig auch unsere *Mappa Selenographica* davon enthält. Eins derselben i gehört der jenseitigen Halbkugel an.

Einen schönen Anblick gewähren in günstiger Lage die Berggruppen bei *Anaxagoras* A und B, das unregelmässige Ringgebirge nordöstlich von ihnen, dessen Hochgipfel η und Z sind, und der gegen *Philolaus* sich hinziehende Kranz von Gebirgen. An ihnen enden die erwähnten Lichtstreifen des *Anaxagoras*, wenigstens für unsere Betrachtung. Noch weiter östlich, dem *Anaximenes* gegenüber, zeigen sich grosse tief eingeschnittene Ringgebirge, deren eins (hier nur zur Hälfte dargestellt) beiden Halbkugeln angehört und von äusserst beträchtlichen Dimensionen seyn muss.

Die Gegend, welche man, vom Pole ausgehend, über *Gioja* β hin übersieht, lässt sich noch bis zum Gipfel γ hin verfolgen, der 13 Meilen jenseit des mittlern Randes liegt. Die angedeutete Verbindung dieses und der benachbarten Berge unter einander ist freilich höchst problematisch, und was hier unmittelbar neben einander erscheint, kann in der Wirklichkeit einige Meilen weit aus einander liegen; denn man wird hier selten etwas Anderes, als eine Kette von Lichtpuncten wahrnehmen, die aber bei weitem nicht so schnell, als in andern Gegenden der Lichtgrenze, ihre Form und Grösse verändern, da hier ein voller Erdentag dazu gehört, damit die Lichtgrenze 3 Meilen fortrücke. Indess ist im Allgemeinen die grosse Aehnlichkeit mit andern Mondlandschaften unverkennbar.

Im westlichen Theile dieser Gegend gewahrt man zuvörderst den hier viel deutlicher, als auf der Hauptkarte, hervortretenden *Euctemon*, dessen Hochgipfel β von 1750 T. wahrscheinlich den höchsten Punct dieser ganzen Polar-Landschaft bildet, und mehrere kleinere, ihn von allen Seiten umgebende Ringgebirgs-Formationen. Die starke Bergkette *Euctemon* βγ, die zum Theil seinen Wall bildet, ist sehr augenfällig; ihre langen Schatten überdecken oft den nördlichen niedrigern Wall des *Euctemon*, und nehmen ihm dann ganz das Ansehen eines Ringgebirges, eben so wie sie bei zunehmendem Monde die östlich gelegene Landschaft weithin erfüllen. γ erhebt sich 1325 T. und die übrigen Gipfel dieser Kette scheinen ihm nicht nachzustehen. Ausgezeichnet sind ferner in dieser Landschaft das Ringgebirge *Euctemon* d, dessen südlicher langgestreckter Wallgipfel höher, als die übrigen sich erhebt; westlich daran grenzend und durch einen schroff abstürzenden kleinen Crater davon getrennt, ein anderes unregelmässigeres, sehr steiles Ringgebirge mit einem nur unter den günstigsten Umständen sichtbaren Centralcrater; den hellglänzenden Doppelcrater *Euctemon* c und das an *Euctemon* stossende Ringgebirg, dessen Schlusssteine die beiden Crater a und b sind. Von b aus zieht ein starkes Gebirge mit deutlichen runden Hochgipfeln, nach Westen abfallend, gegen den mittlern Mondrand fort, jenseit desselben ein grosses, schönes völlig geschlossenes Ringgebirge vollständig sichtbar ist, wenn alle günstigen Umstände sich vereinigen. So wie es hier erscheint, ist es am 17. Sept. 1834 während des Vollmondes gezeichnet worden; die sehr kleinen, kaum noch darstellbaren Rücken, welche seinen jenseitigen Fuss begleiten, sind am 14. Oct. 1834 nachgetragen worden. e erscheint gewöhnlich als eine reine Vertiefung des Randprofils, wenn es überhaupt sichtbar ist, so wie der Gipfel *Euctemon* δ als eine Erhöhung desselben. Man kann hiernach die Gebirge arktischer Landschaften zu denen von mittlerer Höhe auf der Mondkugel zählen. Höhen, die bis 1500, oder wie der schon in 77° Br. liegende *Euctemon* β bis 1750 T. aufsteigen, finden sich im Taurus, Altai, den Karpathen etc. des Mondes; sie werden übertroffen von den Höhen des *Sinus Iridum*, denen am Ostrande des *Mare Crisium*, den Apenninen, dem Caucasus und einigen andern Gebirgsketten, so wie von mehreren der Ringgebirgsform angehörenden Mondgebilden; am meisten jedoch von den hohen Bergen am Südpole. Dort drängen sich Höhen, welche die hier aufgeführten um mehr als das Doppelte übertreffen: daher auch die schon längst gemachte Bemerkung, dass das nördliche Horn viel weniger Unebenheiten und Ungleichheiten zeige, als das süd

Digitized by Google

liche. Freilich wäre es zu voreilig, sofort auf eine im Allgemeinen grössere Höhe der Gebirge der Südhalbkugel zu schliessen, wie man dies früher wohl gethan und das vermeinte Factum mit andern analogen, aber noch schlechter constatirten bei der Erde, dem Merkur und der Venus in Verbindung gebracht hat. Noch ist bei keinem Weltkörper, unsern eignen Wohnort nicht ausgenommen, die Kenntniss der Gebirgshöhen in einer solchen Vollständigkeit und Genauigkeit gegeben, dass Schlüsse dieser Art gerechtfertigt werden könnten.

So weit demnach unsere Forschung zu reichen vermag, erblicken wir überall denselben Grundcharacter, und nichts, was auf eine von der diesseitigen Halbkugel verschiedene Naturbeschaffenheit der jenseitigen zu schliessen berechtigte. Eben so wenig findet sich in den polaren Gegenden eine Bedeckung von Eis oder Schnee, oder überhaupt eine von den übrigen Randlandschaften wesentlich verschiedene Färbung. Die grauen Flächen kommen hier nicht mehr vor: diese enden indess schon gänzlich bei 70° NB. und in den meisten Gegenden viel früher; in der südlichen Halbkugel des Mondes hören ihre letzten Spuren schon bei 60° B. auf. Rillen kommen hier gleichfalls nicht vor, wahrscheinlich nur, weil ihr Erkennen zu schwierig seyn würde, denn schon die wenigen, welche unsere Karte noch jenseit des 60° NB. angiebt, Chr. Mayer β und Timäus γ, sind ungemein selten sichtbar, und doch wahrscheinlich an sich nicht kleiner und schwächer, als die Rille des *Mare Humorum* und *Tranquillitatis*. — Der Mond ist bis jetzt der einzige Weltkörper, dessen Polargegenden wir in physischer Beziehung etwas genauer kennen, obwohl sie uns nie so viel Detail zeigen können, als unsere Erdpole den Mondbewohnern. Denn während der Mond sich bis zu 28° über den Horizont des Erdpoles erheben kann, wird die Erde vom Mondpole aus nur höchstens 7 Grad hoch, und immer nur nach derselben Seite des Himmels hin, gesehen; die Sonne dagegen nur 1½ Grad hoch.

Digitized by Google

VI.

Saturn.

Digitized by Google

Digitized by Google

Dieser Planet ist der Centralkörper des reichsten von allen uns bekannten Partialsystemen, allein seine bedeutende Entfernung setzt der genaueren Erforschung desselben grosse Hindernisse entgegen. Zwar dürfen wir nach dem, was neuere Astronomen und unter ihnen besonders Bessel in dieser Beziehung geleistet, wohl die Hoffnung hegen, es einst eben so genau, als das Jupitersystem kennen zu lernen, was um so höheres Interesse erregen muss, als das Newton'sche Gesetz hier auf eine durchaus eigenthümliche Weise zur Anwendung kommt. Die Anziehungen, welche ein System körperlicher Ringe veranlasst, können nur im Saturnssysteme studirt werden. Die Gleichgewichtsbedingungen dieses Systems von Ringen, welche die Theorie uns nur im Allgemeinen darzustellen vermag, werden schärfere Beobachtungen gewiss einst auf eine viel bestimmtere Weise zur Anschauung bringen. Und wenn es auch nicht gelingen sollte, die Massen und Durchmesser der Trabanten aus den Beobachtungen zu entwickeln, so wird doch die genauere Erforschung ihrer Bahnen in der Art, wie Bessel uns die Bahn des ältesten kennen gelehrt hat, eine obere Grenze für diese Massenwerthe zu finden gestatten. Mit den ebenerwähnten hochwichtigen Arbeiten, zu denen sich neuerdings Lamont's Untersuchungen gesellt haben, vermögen unsere geringen Beiträge allerdings nicht zu rivalisiren. Das von uns angewandte Fernrohr hat uns nur die fünf ältern Cassini'schen Trabanten und selbst diese nur höchst selten zusammen gezeigt; von den beiden Herschel'schen nie die geringste Spur. Dies darf nicht auffallen, da Aehnliches von beträchtlich grösseren und kraftvolleren Ferngläsern bekannt und erst in neuester Zeit Lamont und Herschel II. das Wiederauffinden dieser lichtschwachen Körper gelungen ist. Da man indess bis dahin nichts als die Originalbeobachtungen des älteren Herschel besass, die dieser selbst nur ganz roh berechnet hatte; da sogar hin und wieder Zweifel, ob die von Herschel gesehenen Lichtpünctchen auch wahre Saturnstrabanten und nicht vielmehr kleine Fixsterne oder falsche Bilder gewesen, laut geworden waren: so hielten wir es nicht für eine überflüssige Arbeit, jene alten Beobachtungen mit den gegenwärtigen Hülfsmitteln genauer zu berechnen, wodurch im Falle des Gelingens nicht allein jene Zweifel gehoben, sondern auch die Elemente dieser Bahnen, der rapidesten von allen, die wir kennen, der Wahrheit näher gebracht werden konnten. Hierzu war um so gegründetere Aussicht vorhanden, als die Entfernung und Umlaufszeit des Huygens'schen Satelliten, die wir durch Bessel so höchst genau kennen, eine sichere Anwendung der Kep-

Digitized by Google

ler'schen Proportion in Bezug auf die übrigen, und namentlich auf diese Herschel'schen gestattet.

Da wir glauben, dass es auch noch jetzt von Interesse seyn dürfte, das Detail dieser Untersuchungen mitzutheilen, so lassen wir zuerst die Herschel'schen Beobachtungen derselben in einem, alles Wesentliche umfassenden Auszuge folgen, wie dieser sie in den *Philos Transct. for 1792* mitgetheilt hat. Es sind sämmtlich Schätzungen des Abstandes vom Rande des Planeten oder vom Ende des als Linie projicirten Ringes, ausgedrückt theils in scheinbaren Saturnsdurchmessern, theils in Ringarm-Projectionen; sämmtlich in der Richtung der verlängerten Ringlinie genommen. Einigemale kommen zwar Bemerkungen, wie *„a little north“* u. dgl., vor; allein diese sind nicht geeignet, irgend eine Rechnungsbasis zu gewähren.

Es lässt sich im Voraus nicht bestimmen, wie gross Herschel den Saturn, noch auch wie gross er die Projection des Ringes gesehen habe; seine Messungen beider Grössen sind unter ganz verschiedenen Umständen angestellt und weichen bekanntlich sehr von den neueren ab. Man kann sich nun allerdings begnügen, die geschätzten Distanzen als blosse Relationen in den Calcül einzuführen, da der wahre mittlere Abstand in Secunden aus der Umlaufszeit, unter Zugrundelegung der Bessel'schen Saturnsmasse, gefolgert werden kann; aber das Verhältniss zwischen einer *„projection of the arm“* und einem *„diameter of Saturn“* müsste doch wenigstens bekannt seyn, wenn man alle Beobachtungen verbinden will; ein Umstand, der uns zu einer beinahe völligen Wiederholung der Rechnung genöthigt hat.

Eine westliche Digression *(preceding)* ist durch —, eine östliche *(following)* durch + bezeichnet: die *„projection of the arm“* durch *p*; der *„diameter of Saturn“* durch *d*; allen Abständen *„from the edge“* ist *p* hinzuzuzählt, so dass die Angaben sämmtlich als *„from the body“* zu verstehen sind. Wo *„a little north or south“* bemerkt ist, haben wir *N* und *S* gesetzt; endlich haben wir in Fällen, wo der Angabe ein *„not full, a little more, perhaps more, a little less“* u. dergl. hinzugefügt war, uns erlaubt, einen kleinen Bruch an deren Stelle zu setzen, da Herschel gewöhnlich nur Viertel, selten Achtel seiner *projections* und *diameters* angiebt.

Die Zeit ist Slougher Sternzeit. Bei der Berechnung ist sie nach seinen Angaben des Uhrganges in mittlere verwandelt worden:

1789.	*Time of clock.*	6th *Satellite.*	7th *Satellite.*
Juli 18.	19h 50′	— *A new Satellite.* *	
27.	20 24	+ 1 *p*	
August 28.	0 9	— 1,8 *p*	
	1 24	— 1,67 *p*	
	1 49	— 1,5 *p*	
Septb. 8.	22 30	— 1,75 *p*	
	22 51		+ 1,4 *p*
10.	22 49	+ 1,875 *p*	
	23 4	+ 2 *p*	
14.	21 59	+ 1,1 *p*	
	22 23	+ 1,75 *p*	
	23 45	+ 1,9 *p*	
	0 42	+ 2,1 *p*	
	1 24	+ 2 *p*	
	1 29		+ 1,5 *p*
	1 46	+ 1,9 *p*	+ 1,5 *p*

Digitized by Google

1789.	Time of clock.	6th Satellite.	7th Satellite.
Septb. 16.	22h 18′	− 1,5 *p*	
	23 59	− 1,6 *p*	
	1 3	− 1,75 *p*	
17.	19 52	+ 2,1 *p*	
	20 38	+ 2,1 *p*	
	21 0		− 1,5 *p*
	22 55	+ 1,5 *p* *S*	− 1,25 *p*
	23 1		− 1,5 *p*
	23 49	+ 1,33 *p*	
	0 58	+ 1,33 *p*	
	1 46	+ 1,25 *p*	
18.	22 4		− 1,4 *p* *S*
21.	21 10	+ 2,1 *p*	
	21 20	+ 2,1 *p*	
	22 9	+ 2,25 *p*	
	22 39	+ 2,2 *p*	
23.	22 51	− 2 *p*	
24.	19 46	+ 2 *p*	
	19 49	+ 1,9 *p*	
	20 45	+ 1,6 *p*	
25.	22 36	+ 1,75 *p*	
	23 42	+ 1,9 *p*	
	23 48		+ 1,33 *p*
	23 52		*I see him very plainly* *
Octbr. 12.	22 6		+ 1,1 *p*
	22 24		+ 1 *p*
	23 35		+ 0,9 *p*
	0 58	+ 1 *p* *S*	
	1 20	*distance increased* *	
15.	20 47	− 1 *d*	
	21 34	− 1,75 *p* or 1 *d*	
	22 25	*near in conj. with the* 3d *	
	22 39	*conjunction complete* = 1,9 *p*	
	22 59	*conj. is past* *	
	1 3	− 1 *d*	
	1 39	− 0,9 *d*	
16.	20 16	+ 0,67 *d*	
	20 23		+ 0,5 *p*
	20 36	+ 1 *p*	1 *own diam. from the body* *
	20 50	+ 1 *p*	*near in contact* *
	21 11	+ 0,75 *p*	
	21 15		*still perceived*
	21 55	+ 0,4 *p*	*gone* *
	22 5	*advances to contact* *	
	22 22	*near the body* *	

Digitized by Google

1789.	Time of clock.	6th Satellite.	7th Satellite.
	22h 25′	*in contact* ●	
	22 41	*still perceived* ●	
	22 44	*not quite vanished*	
	22 47	*no longer visible* ●	
	1 29		*suspect.* — 0,75 *p*
Octbr. 17.	21 30	+ 1,5 *p*	
18.	20 40	*emerging from the* 3d ●	
	21 25		1 *of its own diam. from the body*
	21 35		2 *of its own diam. from the body*
	21 36	— 0,75 *d*	
	21 43		— 0,25 *p*
	21 51	— 0,75 *d*	— 0,25 *d*
	21 56	— 0,625 *d*	— 0, 25 *d*
	22 40	— 0,5 *d*	
	23 17	*both appr. to conj.* ●	
	23 37	*conj. is past* ●	
	0 12	— 1,25 *of its own diam.*	
	0 20		— 0,56 *d*
	0 36		— 1,42 *p*
	0 59		— 0,81 *d*
	1 21		— 0,875 *d*
20.	20 5	+ 1,25 *d*	
	21 26	*near in conj. with* 1d ●	*glimmering* ●
	21 51	*perfect conj.* ●	
	22 22	*he appears again* ●	
	22 43	*in the middle between* 1d *and* 2d ●	
	23 5		— 0,75 *d*
	23 37		— 0,875 *d*
	0 8		— 0,75 *d or* 1,42 *p*
	0 20		— 0,75 *d*
	1 20		— 0,625 *d*
28.	20 58	+ 1,5 *p*	
	21 5	+ 0,75 *d*	
29.	21 49	*just following the* 1st ●	
30.	20 55	— 1 *p*	
	23 44	— 1,75 *p*	
	23 55	— 0,875 *d*	
	0 42	— 1,125 *d*	
31.	21 13	— 0,875 *d*	
	21 57	*more than* + 1 *p*	
	23 57	+ 0,56 *d*	
Novbr. 2.	21 44	— 1,125 *d*	
	22 17	— 1,06 *d*	
	23 13	— 1 *d*	

Digitized by Google

1789.	Time of clock.	6th Satellite.	7th Satellite.
Novbr. 2.	23h. 27′	— 1,8 *p*	
	0 15	— 0,875 *d*	
	0 58	*more than* — 1 *p*	
	1 16	— 0,625 *p* *N*	
3.	23 54	*closely following* 1st *	
4.	22 17	+ 0,875 *d*	
	22 23		— 0,375 *d*
	23 48	+ 0,94 *d*	
7.	21 28	*near* + 1*p*	
	22 0		— 0,875 *d*
	22 39		— 0,875 *d*
	23 12		*perhaps a little nearer.*
8.	20 46	+ 0,5 *d*	
	21 16	+ 0,625 *d*	
	22 0		— 0,75 *d*
	22 2	+ 0,875 *d*	
	23 40	+ 1,125 *d*	
10.	21 33	*near* — 1 *p*	
	21 39	— 0,44 *d* *S*	— 0,31 *d*
	22 28	— 0,625 *d*	
	23 27	— 0,875 *d*	
	0 10	— 1,1 *d*	
15.	22 33	+ 1 *d*	
	22 39		*between the* 6d *and the edge* *
16.	22 50		*follow. the* 1st *of less th.* 1 *diam.* *
19.	21 55	+ 0,875 *d*	
21.	0 54	— 1 *p and a little more.*	
25.	1 21	+ 0,75 *d* †)	
	1 27	— 1,5 *d*	
26.	22 22	+ 0,94 *d*	
	0 30	*near in conj. with the* 4d *	
30.	23 47	+ 0,94 *d*	
Decbr. 2.	22 49	— 0,75 *d*	
	23 38	*past conj. with the* 1st *	+ 1,06 *p*
	0 52	— 0,94 *d*	
5.	0 8	— 1,5 *p*	
15.	0 35	+ 0,75 *d*	
16.	23 59	— 0,69 *d*	
24.	0 5	— 1,125 *d or* 2,25 *p*	
	0 7		— 0,67 *p.*

Mehrere in allgemeinen und unbestimmten Ausdrücken gegebene Beobachtungen, aus denen nichts weiter geschlossen werden kann, sind hier weggelassen; auch von den aufgeführten können,

†) Muss nothwendig — 0,75 *d* heissen, wenn es sich auf diesen Trabanten beziehen soll.

Digitized by Google

wie man sieht, nicht alle unmittelbaren in Rechnung gezogen werden. Wenn einst Bessel's und Lamont's Arbeiten über die älteren Trabanten vollendet seyn werden, so können die angegebenen Conjunctionen vielleicht zur Berichtigung der Bahnen dieser beiden innersten dienen.

Es ist klar, dass man bei der Beschaffenheit des vorhandenen Materials auf eine Bestimmung der Neigung und des Knotens gänzlich verzichten und die Bahnen als in der Ringebene liegend annehmen muss. Eben so wenig würde die Annahme einer elliptischen Bahn einigen Erfolg versprechen; man muss zuerst die Kreishypothese einführen und sodann versuchen, ob der Gang der übrigbleibenden Fehler auf eine Ellipse führt. Vor Allem aber bedarf man der Bestimmung des Verhältnisses $p : d$.

Aus den wenigen, unter sich nicht sonderlich übereinstimmenden Deppelangaben der vorstehenden Tabelle, so wie aus denjenigen Momenten, die eine grösste Elongation einzuschliessen scheinen und theils in p, theils in d ausgedrückt sind, ward zuerst versuchsweise $p = 0{,}58\,d$ gesetzt, und damit nach der Methode der kleinsten Quadrate Distanz, Epoche und Umlaufszeit des sechsten Trabanten bestimmt. Die Vergleichung der so erhaltenen Werthe mit den ursprünglichen Beobachtungen zeigte, dass im Mittel $p = 0{,}510\,d$ gesetzt werden müsse, mit welchem Werthe sodann die Beobachtungen auf's Neue reducirt und die Rechnungen wiederholt wurden.

Verbessert man die in mittlere Zeit verwandelten Momente der Beobachtung durch die Aberration und sucht für diese Zeiten aus Bouvard's Tafeln die Länge Saturn's, so hat man, wenn

x die scheinbare Distanz,
λ' die saturnicentrische Länge des Trabanten, } zur Zeit T
l die geocentrische, auf die Ebene des Ringes reducirte, Länge Saturn's }
λ die Länge des Trabanten für die Epoche t,
a die halbe grosse Axe der Bahn,
m die mittlere Bewegung

bezeichnen; für die Kreishypothese

$\lambda' = \lambda + m\,(T-t)$
$x = a \sin(\lambda'-l)$, folglich

$\triangle x = \sin(\lambda'-\lambda')\,\triangle a + a\cos(\lambda'-l)\,\triangle\lambda + a\cos(\lambda'-l).\,(T-t)\,\triangle m.$

Bei der geringen Genauigkeit der Angaben schien es überflüssig genau, die Rechnung in ganzen Bogenminuten und Tausendtheilen des Saturnsdurchmessers, mit vierzifferigen Logarithmen, auszuführen.

Die mit * bezeichneten Beobachtungen konnten aus vorliegenden Gründen nicht mit berechnet werden. Bei den Beobachtungen am 16. Octb., wo Herschel die Trabanten hinter der Kugel Saturn's verschwinden sah, sind die Momente „*not quite vanished*" und „*still perceived*" für diejenigen genommen worden, wo der scheinbare Saturnsrand mit dem Centro des Trabanten zusammenfiel. Die Beobachtungen Sept. 17 1^{h}. 46′, Nov. 21 0^{h}. 45′ sind mit den übrigen unvereinbar und beziehen sich wahrscheinlich nicht auf diese Trabanten, und Nov. 25 1^{h}. 21′ kann nur gelten, wenn statt $+\,0{,}75\,d$ . . . . $-\,0{,}75\,d$ gelesen wird.

Die so erhaltenen Bedingungsgleichungen geben, nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst, für den sechsten Trabanten folgende Elemente:

Distanz $= 1{,}60396\,d$,
Umlaufszeit $33^{h}.\ 53'\ 2'',728$
Epoche Sept. 14 $12^{h}.\ 4',8$ MZ. von Paris *) für 67° 56′ 25″5 saturnicentrische Länge des Trabanten in der Ringebene.

*) Hierbei ist Slough 11′ 49″,0 in Zeit westlich von Paris gesetzt.

Digitized by Google

Der gefundenen Umlaufszeit entspricht, wenn man die Bessel'sche Saturnsmasse anwendet, eine saturnicentrische Distanz des Trabanten von 34″,37998 für den mittlern Abstand Saturn's von der Erde, und es folgt also, dass Herschel den Halbmesser des Planeten bei diesen Beobachtungen unter einem Winkel von 10″,7174 erblickt habe. Seine Messungen gaben ihm 10″,301.

Die in dieser Hypothese übrigbleibenden Fehler, ausgedrückt in Tausendtheilen des Saturnsdurchmessers, sind die folgenden:

+	69	—	398::	+	153	+	31	—	10	—	211	—	37
+	62	—	70	+	112	—	33	+	35	—	71	—	29
+	46	+	36	—	71	—	55	—	82	+	177	—	152
—	55	—	36	+	82	—	44	—	96	—	139	—	81
+	175	—	25	—	6	+	65	+	295::	—	116	+	73
—	145	—	106	—	4	—	42	+	127	—	3	+	133
—	86	—	31	—	160	—	97	—	65	+	59	—	139
—	74	+	236	—	9	—	103	—	46	+	22	—	122
+	175	+	49	+	80	—	35	—	102	+	68	+	66
+	33	+	23	+	64	—	162	—	58	+	63	—	107
—	2	+	58	+	65	+	124	—	161	—	31		
—	72	+	18	—	12	+	81	—	2	—	87		
—	134	+	17	—	22	—	242	+	175	—	13		

Werden hier zwei Beobachtungen, deren Fehler über $\frac{1}{4}$ des Saturnsdurchmessers gehen, ausgeschlossen, so ergeben die übrigen 86 den mittlern Fehler einer Schätzung Herschel's bei diesem Trabanten $= 0{,}0983\,d$, oder nach obigem Werthe von d; 2″,107. Ein Versuch, diese Fehler nach Graden der saturnicentrischen Länge des Trabanten zu ordnen, um dadurch vielleicht eine Ellipticität zu entdecken, zeigte, dass diese jedenfalls nur sehr klein seyn und die übrigbleibenden Fehler nur höchst unbedeutend vermindern könne, weshalb diese Hypothese hier nicht weiter verfolgt ward.

Die Beobachtungen des siebenten Trabanten, in gleicher Art wie die des sechsten behandelt, ergaben für eine Kreisbahn

Distanz $= 1{,}26845\,d$

Umlaufszeit $= 22^{\text{h}}.\ 36'\ 17'',705$

Epoche 1789 Sept. 14 $13^{\text{h}}.\ 37',8$ M. Par. Zeit $= 268°\ 34'\ 36''$ saturnicentrische Länge des Trabanten.

Diese Hypothese lässt folgende Fehler übrig:

—	72	—	71	+	1	+	40	—	131	—	138
—	19	—	15	+	13	+	125	—	17	+	214
+	23	—	170	—	65	—	9	—	52	—	100
—	9	—	249	—	60	—	53	—	94	—	221
+	89	—	237	—	47	—	97	—	93	—	160
—	46	—	11	—	125	+	23	+	100	+	11

Der mittlere Fehler einer Beobachtung ergiebt sich $= 0{,}110\,d$; mithin beträchtlich grösser, als bei'm sechsten; zugleich aber wird, wenn man die Fehler nach Graden der Länge ordnet, eine Ellipticität der Bahn unverkennbar. Ein graphischer Entwurf schien das Perisaturnium bei 90° oder 100° herum zu versetzen, und nach einigen darauf basirten Versuchen fanden sich folgende elliptische Elemente:

Halbe grosse Axe . . . . . $= 1{,}23410\,d$

Excentricität . . . . . $= 0{,}06889$ a

Perisaturnium . . . . . $= 104°\ 42'$

Digitized by Google

Umlaufszeit . . . . . = 22h 36′ 17″,705

Epoche 1789 Septbr. 14. 13h 37′,8 . . . = 2648 16′ 36″

welche, mit den Beobachtungen verglichen, die nachfolgenden Fehler zurückliessen:

+ 58	— 7	+ 41	+ 78	— 98	— 93		
— 14	+ 71	+ 38	+ 138	+ 36	+ 274::		
+ 43	— 36	— 26	+ 8	+ 6	— 28		
+ 5	— 131	— 24	— 35	+ 1	— 57		
+ 137	— 163	— 7	— 76	— 59	+ 3		
+ 2	+ 41	— 53	+ 46	— 59	+ 36		

Schliesst man hier eine Beobachtung aus, so bleiben die Fehler aller übrigen unter $\frac{1}{4}$ des Saturnsdurchmessers, und der mittlere verkleinert sich auf $\frac{2}{3}$ des früheren Werthes, nämlich auf $0{,}0731\,d = 1″{,}56$. Dieser mittlere Fehler verhält sich zu dem bei'm sechsten Trabanten vorkommenden 2″,10 sehr nahe wie die Quadratwurzeln aus den zu schätzenden Grössen (den Abständen vom Rande des Planeten), folglich so wie es erwartet werden musste. Die angenommene Ellipticität scheint demnach so gut begründet zu seyn, als es bei diesen schwierigen Schätzungen irgend möglich ist.

Der obigen Umlaufszeit des siebenten Satelliten entspricht eine halbe grosse Axe von 26″,77791; und der Saturnshalbmesser, wie Herschel ihn gesehen, ergiebt sich also hier = 10″,8489; nur um 0″,1315 von dem durch den sechsten Trabanten erhaltenen Resultate verschieden.

Die Rechnung für die Gewichte zeigt, dass der mittlere Fehler der Umlaufsperiode bei'm sechsten Trabanten 8″,57; bei'm siebenten hingegen 14″,86 beträgt. Da nun die Zahl der in 50 Jahren vollendeten Umläufe beiläufig resp. 13000 und 20000 beträgt, so wäre es zwecklos, Tafeln für den mittlern Lauf dieser Trabanten nach obigen Resultaten zu entwerfen. Eine Verknüpfung dieser Epochen mit Beobachtungen, die um 1839 herum datiren, ist nur dann mit einiger Sicherheit ausführbar, wenn das Resultat der letztern für die Umlaufszeit des sechsten Trabanten auf 2″—3″ für den siebenten aber auf 1″ in Zeit verbürgt werden kann; da ausserdem die Zahl der ganzen Umläufe zweifelhaft bleiben würde.

Im Sommer des J. 1836, ein Jahr nach der ersten Bekanntmachung unserer gegenwärtigen Arbeit (Astr. Nachr. 293) hat Hr. Dr. Lamont in Bogenhausen bei München die Kraft seines grossen Refractors zu Beobachtungen des sechsten Trabanten mit Glück angewandt. Seine in den Astr. Nachr. 316 gegebenen Resultate geben eine von der unsrigen nur um 3″ verschiedene Umlaufszeit, während sie sich von der durch den älteren Herschel bestimmten um 10″ entfernt; nämlich:

32h 52′ 59″,71,

Epoche Mai 31 10h 52′ 28″,4 Mittl. Zeit v. Bogenhausen 236° 48′ saturnicentrische Länge des Satelliten.

In der 17061 Tage 20½ Stunde betragenden Zwischenzeit zwischen beiden Epochen sind hiernach x Umläufe = 168° 51′,6 vom Trabanten zurückgelegt worden. Setzt man $x = 12481$, so erhält man aus der Verbindung beider Epochen

32h 52′ 57″,796;

und wenn man einen ganzen Umlauf mehr oder weniger annimmt, so verändert dies die Periode um ± 9″,484.

Fortgesetzte Beobachtungen werden diesen Zweifel hoffentlich bald heben, und dann wird man der Umlaufszeit bis auf 0″,2 versichert seyn können, denn die für die Epoche von 1789 gefundene saturnicentrische Länge kann schwerlich um 6° fehlerhaft seyn. Eine Bestimmung der sämmtlichen Elemente aber wird, wie auch Lamont a. a. O. bemerkt, wohl nicht eher möglich seyn, bis der Ring (1847) wieder zum Verschwinden kommt.

Digitized by Google

Ueber die Erscheinung des Saturnringes, vom Saturn aus gesehen.

Das merkwürdige und in seiner Art einzig am Himmel dastehende System von Ringen, welches den Saturn umgiebt, ist seit seiner Entdeckung ein Gegenstand der sorgfältigsten Beobachtungen und theoretischen Untersuchungen einerseits, und der mannichfaltigsten Vermuthungen über seine Bestimmung andrerseits gewesen, so dass es scheinen könnte, als sey dieser Gegenstand, wenigstens so lange, bis wir ein noch specielleres Material zum Grunde legen können, erschöpft. Vermehrung der Hypothesen ist überdies so wenig Zweck dieses Werkes, dass wir vielmehr nach Möglichkeit dazu beitragen möchten, sie zu vermindern, und wenigstens diejenigen von ihnen zu beseitigen, die nur zu Gunsten einer vorgefassten Meinung ersonnen sind und welche die Beobachtungen theils nach ihrem Sinne modeln, theils negiren. Eine etwas detaillirte Auseinandersetzung dessen, was in Absicht auf Beleuchtung u. dergl. Saturn seinen Ringen, und umgekehrt diese ihm verdanken, dürfte vielleicht in Absicht auf letztern Zweck hier an seiner Stelle seyn.

Derselbe Gegenstand ist bereits von Bode in einer Abhandlung „über die Erleuchtung und Erscheinung des Saturnringes, vom Saturn aus gesehen“ (Berliner astron. Jahrbuch 1786 p. 138 bis 148) behandelt, und zwar auf eine für die damalige Kenntniss des Saturnsystems genügende Weise. Wie höchst mangelhaft diese indess war, dürfte allen Astronomen hinlänglich bekannt seyn. Wir haben seit jener Zeit nicht allein die Vielheit der Ringe, sondern auch die Dimensionen derselben und ihres Hauptplaneten durch äusserst genaue Beobachtungen der Astronomen ersten Ranges kennen gelernt; wir bestimmen seine Neigung, die zu Bode's Zeit um mehr als 3 Grad fehlerhaft angenommen ward, jetzt bis auf wenige Bogenminuten; die Bedingungen seines Gleichgewichts sind theoretisch untersucht und practisch bewahrheitet: kurz, wir können uns einer fast vollständigen Kenntniss von höchst merkwürdigen Verhältnissen rühmen, die vor 50 Jahren kaum in den rohesten Andeutungen vorlagen.

Indess wird es nöthig seyn, bei den nachfolgenden Betrachtungen, so viel als möglich, nur von ganz sichern Grundlagen auszugehen. Wir wissen durch Bessel's Bearbeitung (Astr. Nachr. 274 u. 275), dass die verschiedenen Ringe, oder vielleicht auch die verschiedenen Theile jedes einzelnen Ringes, nicht genau derselben Ebene entsprechen; wir haben ferner das übereinstimmende Resultat mehrerer Astronomen über die Excentricität der Saturnskugel in Beziehung auf das Ringsystem *); allein beide Daten, so unzweifelhaft sie auch dem allgemeinen Thatbestande nach vorliegen, ermangeln doch noch der numerischen Bestimmungen, ohne welche sie nicht geeignet sind, einem Calcül zur Basis zu dienen. Wir betrachten also hier die Ringe als in einer mittleren Ebene, der des Saturnsäquators, liegend, setzen ihre Dicke unendlich klein und betrachten sie als symmetrisch in Beziehung auf jede beliebige Meridian-Ebene der Saturnskugel. Eben so setzen wir, nach Bessel a. a. O., den Saturn selbst als ein wahres und einfaches Sphäroid und frei von anomalen Seiten-Abplattungen. Endlich betrachten wir von den verschiedenen Theilungen nur die ältere von Herschel dem Vater entdeckte, da die übrigen der Zahl wie der Dimension nach noch zu wenig bekannt sind, und unterscheiden demnach den innern Ring, die Theilung und die äussern Ringe, letztere als Complex.

*) Schwabe in Dessau war der erste, der diese Excentricität beobachtete; Harding und Schumacher fanden es durch den Augenschein bestätigt. Struve stellte Messungen darüber an und untersuchte bei der Berechnung auch die Phase Saturn's, die eine scheinbare; obgleich überaus geringe Excentricität bewirken kann; allein auch so blieb eine reelle übrig. Endlich stimmen auch Bessel, so wie Herschel und South im Allgemeinem mit diesem Resultat überein.

Digitized by Google

Die numerischen Grundlagen der Bearbeitung sind die folgenden:

Aequatoraldurchmesser Saturn's	17″,053	= 16205	geogr. M.
Polardurchmesser	15″,381	= 14606	„ „
Durchmesser des Ringsystems	39″,311	= 37587	„ „
Breite der äussern Ringe . .	2″,011	= 1927	„ „
Breite des Zwischenraums . .	0″,402	= 387	„ „
Breite des innern Ringes . .	3″,907	= 3733	„ „

Bei der starken Abplattung Saturn's ($\frac{1}{10,26}$) wird man zwischen saturnigraphischer und saturnicentrischer (verbesserter) Breite genug unterscheiden müssen, da beide zwischen 40° und 50° um mehr als 6 Grad differiren. Die Bezeichnungen im Folgenden werden sich immer auf erstere beziehen.

Für die Radienvectoren des Sphäroids findet man nach den bekannten Formeln

unter	0° Br.	8″,526
	10 „	8 ,502
	20 „	8 ,433
	30 „	8 ,325
	40 „	8 ,191
	50 „	8 ,046
	60 „	7 ,908
	70 „	7 ,793
	80 „	7 ,717
	90 „	7 ,690

Zerlegt man diese Radienvectoren in zwei Coordinaten, die eine x in der Ebene des Aequators, die andere y senkrecht darauf, so hat man, wenn R_1, R_2, R_3, R_4 die Halbmesser der vier Ringkanten, welche wir hier betrachten wollen, bezeichnen, die scheinbare von Saturn's Oberfläche aus gesehene Declination φ einer jeden derselben durch

$$\operatorname{tg} \varphi_a = \frac{y}{R_a - x}.$$

Diese scheinbaren Declinationen gehören eigentlich in die Classe der Parallaxen, da sämmtliche Ringe als in der Ebene des Saturn-Aequators liegend angesehen werden. Diejenigen Parallelen der Saturnskugel, für welche φ ein Maximum wird, sind zugleich die, welche die Grenze der Sichtbarkeit der bezüglichen Ringkante bezeichnen. Zählt man die Kanten der Ringe von aussen nach innen, so erhält man die folgenden parallactischen Declinationen:

Breite.	I.	II.	III.	IV.
0°	0° 0′	0° 0′	0° 0′	0° 0′
10	5 56	7 12	7 32	13 21
20	11 23	13 42	14 17	23 59
30	16 0	19 0	19 43	31 1
40	19 33	22 50	23 37	34 57
50	21 55	25 13	25 59	36 30
60	23 9	26 17	26 59	(36 12)
70	(23 21)	(26 11)	(26 50)	(35 0).

Durch Interpolation zwischen diesen Reihen wird erhalten:

Grenze der Sichtbarkeit für die äusserste Kante (I.) . . . . . 66° 36′ Br.

„ „ „ „ „ zweite „ . . . . . 63 37 „

Digitized by Google

Grenze der Sichtbarkeit für die dritte Kante . . . . . 82° 57′ Br.
„ „ „ „ „ vierte „ „ (innerste) . . . . 53 28 „

In diesen Parallelen der Saturnskugel finden zugleich die geringsten optischen Verkürzungen der Ringflächen statt; die grösste gesehene Breite der Ringe aber fällt in Puncte, welche dem Saturnsäquator näher liegen, als obige. Es findet sich:

Maximum der Breite der äussern Ringe	3° 19′,1	für die Parallele	44°	50′
„ „ „ der Theilung	47′,2	„ „ „	42	45
„ „ „ des innern Ringes	11 26′,5	„ „ „	35	30
„ „ „ des ganzen Ringsystems	15 26′,2	„ „ „	37	30

Hiernach ist für die ganzen, von den Polarkreisen Saturn's eingeschlossenen Zonen (Analogen unserer kalten Zonen) der innere Ring, und für den bei weitem grössten Theil derselben auch die äusseren Ringe gar nicht vorhanden, und nur diejenigen Gegenden der Kugel, welche einen regelmässigen Wechsel von Tag und Nacht haben (wie unsere warmen und gemässigten), können von ihnen beleuchtet oder beschattet werden.

Am Saturnsäquator erblickt man nur die innere Kante des innern Ringes, und von den Flächen dieses und der übrigen nur diejenigen Theile, welche in Folge der oben erwähnten Ungleichheiten ausserhalb der Ebene des Aequators liegen: ein schmaler, vom Ostpuncte des Horizonts durch das Zenith zum Westpuncte ziehender Bogen.

In allen übrigen Gegenden liegen die Ringe zwischen Horizont und Aequator und bilden am Himmel Parallelen des letztern: der Bogen, den sie am Horizont umspannen, ist sonach überall kleiner, als 180°.

Da für jeden gegebenen Ort der Saturnskugel die Lagen dieser Ringe am Himmel unverändert dieselben bleiben, so giebt es auch für jeden eine Fixsternzone, die ihm bleibend verdeckt ist, obgleich sie über seinem Horizonte liegt. Planeten oder andere um die Sonne kreisende Körper können jedoch nicht bleibend, und Saturnsmonde nur selten und auf kurze Zeit durch die Ringe verdeckt werden; die Sonne hingegen, wie wir unten sehen werden, mehrere Erdjahre lang. In allen diesen Verhältnissen wird durch eine Rotation des Ringes, die von der des Saturn's verschieden wäre, nichts verändert, als die Lage der etwanigen Ungleichheiten desselben, über welche sich nichts speciell bestimmen lässt. Dagegen würden, wenn die Pole des Ringsystems mit den Rotationspolen der Saturnskugel nicht zusammenträfen, in der Lage der Ringe gegen den Horizont eines gegebenen Ortes Aenderungen entstehen, welche den Aenderungen in der Lage der Ekliptik und ihrer Parallelen gegen unsern Horizont analog und nach denselben Regeln zu berechnen wären. Einer solchen Annahme widersprächen indess einerseits die Beobachtungen des grauen Streifens der Kugel, der diese rings umgiebt und an dem eine solche Abweichung, wenn sie vorhanden wäre, am entschiedensten hervortreten müsste: andrerseits auch die theoretischen Schwierigkeiten, welche das nothwendige Gleichgewicht der freischwebenden Ringe einer nur einigermaassen merklichen oder überhaupt constanten Neigung derselben gegen den Saturnsäquator entgegenstellt.

Nach Bessel beträgt die Neigung des Ringes gegen die Ekliptik für 1830 . . . . 28° 10′ 34″ und sein aufsteigender Knoten in derselben ist 167° 16′ 23″. Für die Bahn des Huygens'schen Trabanten findet er dieselben Werthe, 27° 34′ 9″ und 167° 41′ 5″; endlich ist nach Bouvard's Tafeln für dieselbe Zeit die Neigung der Saturnsbahn gegen die Ekliptik 2° 29′ 31″ und ihr aufsteigender Knoten 112° 11′ 35″. Daraus ergeben sich ferner die Neigung der Ringebene (und des Saturnsäquators) gegen die Saturnsbahn = 26° 49′ 17″ und der aufsteigende Knoten 171° 17′ 34″; die Neigung der Bahn des Huygens'schen Satelliten gegen die des Hauptplaneten hingegen = 26° 13′ 54″ und ihr aufsteigender Knoten 171° 49′ 54″. Diese Angaben werden uns dienen, die Erleuchtungsverhältnisse des Ringes in Beziehung auf Saturn (und umgekehrt) näher zu bestimmen.

Digitized by Google

Es wäre noch die Rotationsperiode zu berücksichtigen, um die Dauer der Tage und Nächte und die davon abhängenden Zeitmomente festzustellen; doch besitzen wir dafür nur die Angaben Herschel's, der die der Kugel auf $10^h\ 29'$ und die des Ringes $10^h\ 32'$ setzt; beide Daten sind noch sehr unsicher. Die nahe Uebereinstimmung beider unterstützt die theoretische Wahrscheinlichkeit einer völligen Identität; es sey deshalb hier erlaubt, für beide denselben Werth und zwar in runder Zahl $10^h\ 30'$ zu setzen.

Zuvörderst ist leicht ersichtlich, dass jede Halbkugel Saturn's während ihres Winterhalbjahres nur die Nachtseite des Ringes über ihrem Horizonte hat, mithin durch ihn nur directen Licht verlust, ohne irgend einen Ersatz, erfahren kann. Dieser Lichtverlust besteht in Sonnenfinsternissen, deren Dauer aber nicht, wie bei den übrigen Planeten, nach Stunden und Minuten, sondern nach Jahren (Erdjahren) zu bemessen ist. Da ferner die Neigung des Saturnäquators grösser ist, als das Maximum der Parallaxe für die äusserste Ringkante, so folgt, dass jeder Ort der Oberfläche Saturn's, der überhaupt die Ringe sieht, an diesen Finsternissen mehr oder weniger Antheil nimmt.

Im Sommerhalbjahre dagegen tritt kein Lichtverlust ein: vielmehr sieht man während des Tages den Ring ganz erleuchtet, ausser dass in den dem Aequator nahen Gegenden des Morgens im Westen, und Abends im Osten ein kleiner Theil desselben kurze Zeit hindurch unerleuchtet bleibt. In den Nächten findet theilweise eine Erleuchtung durch die Ringe statt, jedoch was die einzelnen Gegenden betrifft, mit sehr grossen Unterschieden; denn ein bedeutender Theil der Ringe, und zwar derjenige, der um Mitternacht die Mitte des sichtbaren Bogens einnimmt, ist vom Saturn beschattet und macht sich nur durch das Verdecken der Fixsterne bemerklich.

Um diese etwas verwickelten Erscheinungen möglichst kurz und übersichtlich darzustellen, möge der Herbstnachtgleichenpunct der Nordhalbkugel ($171°\ 17'\ 34''$) durch Null bezeichnet und von ihm aus gezählt werden. Alsdann wird $90°$ überall auf dieser Halbkugel in die Mitte der Finsternisse fallen, welche zugleich überall die Zeit des kürzesten Verweilens der Sonne über dem Horizont, also das Wintersolstitium ist. Ihre Dauer kann am füglichsten nach Graden der heliocentrischen Länge Saturn's angegeben werden; für jeden Grad dieser Länge kann man durchschnittlich $29',886$, oder in runder Zahl 30 Erdentage (68,4 Saturnstage) rechnen. Die folgende Tafel enthält für jeden fünften Grad der saturnigraphischen Breite Anfang und Ende dieser Finsternisse.

Breite.	Verfinsterungen durch die äussern Ringe.		Unterbrechungen der Finsterniss durch die Theilung.		Verfinsterungen durch den innern Ring.		Ganze Dauer.
	Erste.	Zweite.	Erste.	Zweite.	Erste.	Zweite.	
0°	0°	180°	0°	180°	0°	180°	0°
5°	5°,9 — 7°,3.	172°,7 — 174°,1	7°,3 — 7°,6.	172°,4 — 172°,7	7°,6 — 12°,7.	167°,3 — 172°,4	2 × 6°,8
10	11 ,8 — 14 ,4.	165 ,6 — 168 ,2	14 ,4 — 15 ,2.	164 ,8 — 165 ,6	15 ,2 — 28 ,0	152 ,0 — 164 ,8	2 × 16 ,2
15	17 ,7 — 21 ,7.	158 ,3 — 162 ,3	21 ,7 — 22 ,7.	157 ,3 — 158 ,3	22 ,7 — 43 ,0	137 ,0 — 157 ,3	2 × 25 ,3
20	23 ,5 — 28 ,8.	151 ,2 — 156 ,5	28 ,8 — 30 ,2.	149 ,8 — 151 ,2	30 ,2 — 61 ,7.	118 ,3 — 149 ,8	2 × 38 ,2
25	29 ,1 — 36 ,0.	144 ,0 — 150 ,9	36 ,0 — 37 ,8.	142 ,2 — 144 ,0	37,8 — 142,2		121°,8
30	34 ,6 — 42 ,9.	137 ,1 — 145 ,4	42 ,9 — 45 ,2.	134 ,8 — 137 ,1	45,2 — 134,8		110 ,8
35	39 ,2 — 49 ,8.	130 ,2 — 140 ,8	49 ,8 — 52 ,5.	127 ,5 — 130 ,2	52,5 — 127,5		101 ,6
40	44 ,6 — 56 ,4.	123 ,6 — 135 ,4	56 ,4 — 59 ,9.	120 ,1 — 123 ,6	59,9 — 120,1		90 ,8
45	49 ,0 — 62 ,8.	117 ,2 — 131 ,0	62 ,8 — 67 ,3.	112 ,7 — 117 ,2	67,3 — 112,7		82 ,0
50	52 ,7 — 68 ,8.	111 ,1 — 127 ,2	68 ,6 — 74 ,7.	105 ,3 — 111 ,4	74,7 — 105,3		74 ,6
55	55 ,7 — 73 ,8.	106 ,2 — 124 ,3	73 ,8 — 82 ,7.	97 ,3 — 106 ,2	82,7 — 97,3		68 ,6
60	57 ,3 — 77 ,6.	102 ,4 — 122 ,7	77,6 — 102,4				2 × 20°,3
65	58,7 — 121,3						62°,6.

Die längste Dauer einer solchen Finsterniss findet unter dem $23°\ 27'$ Br. statt, wo von $27°,4$ bis $33°,7$ die äussern Ringe eine Nacht von 188 Erdentagen Länge veranlassen, hierauf eine 5tägige Unterbrechung eintritt, während welcher die Sonne durch die Theilung scheint; alsdann

Digitized by Google

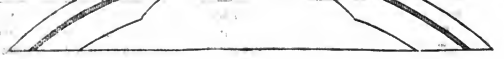
von 35°,45′ bis 144°,55′, also 3961 Erdentage, die Sonne beständig hinter dem innern Ringe verweilt, worauf abermals eine Unterbrechung von 52 Tagen und eine Finsterniss von 188 Tagen den Cyclus in 152°,6 der Länge beschliesst, so dass dieser auf dem Saturn bereits tropische Ort im Winter 10 Erdenjahre hindurch der Sonne gänzlich beraubt ist. Alle dem Aequator näher liegenden Orte sehen während ihrer kürzesten Tage die Sonne unterhalb der Ringe culminiren und ihren Tagebogen vollenden, und es werden durch jeden einzelnen Ring zwei Finsternisse bewirkt. Von 23° 27′ bis 57° 5′ bewirkt der innere Ring nur eine grössere, die übrigen Ringe jeder zwei Finsternisse; von da bis zum Polarkreise fällt die Mitte des Winters in die Zeit, wo die Sonne ihren kurzen Tagebogen sichtbar vollendet, indem sie durch die Theilung scheint; weiter nach den Polen zu, so weit nämlich die Ringe noch sichtbar sind, bleibt sie in der Mitte des Winters hinter diesen verborgen.

Das Sommerhalbjahr einer Hemisphäre Saturn's ist dagegen von diesen Finsternissen frei und die kurzen Nächte werden theilweis durch die Ringe erhellt. Indess beschattet Saturn stets einen beträchtlichen Theil ihres Umfanges, nämlich um die Zeit der Nachtgleichen ½ der innern Kante und ¼ der äussern (genauer 0,2035 und 0,1474). Alsdann bilden zur Zeit der Mitternacht die leuchtenden Theile der Ringe folgende Figur:

Südpunct des Horizonts.

Nach Sonnenuntergang sieht man nur die westlichen, aber beträchtlich grösseren Bogenstücke: im Laufe der Nacht nehmen diese an Länge ab, und die östlichen dagegen zu, bis man vor Aufgang der Sonne nur diese allein sieht. Je entfernter vom Aequator, desto kürzer werden beide leuchtenden Seiten, da ein geringerer Theil des Ganzen über dem Horizonte steht, die Grösse des beschatteten Stücks aber überall dieselbe ist. In den äussersten Grenzgegenden der Sichtbarkeit des Ringes sieht man um diese Zeit während der Mitternacht gar nichts, sondern nur nach Sonnenuntergang den westlichen und vor Sonnenaufgang den östlichen Theil.

Gegen die Mitte des Sommers hin wird aber das Verhältniss ein ganz verschiedenes. Der Schatten Saturn's kann dann die äussern Ringe nur noch wenig, und endlich gar nicht mehr treffen, sie werden, über den Pol Saturn's hinweg, von den Sonnenstrahlen fortwährend getroffen und auch der innere Ring verliert weniger als zur Zeit der Nachtgleichen, da nicht mehr der Schatten des Aequators, sondern nur der der kleineren Parallelkreise auf ihn trifft. Die äusserste Kante bleibt 62°,4; also über ¼ des Saturnsjahres oder 5 Erdenjahre lang schattenfrei; die zweite, an der Haupttheilung, 22°,5 hindurch, oder 672 Erdentage. In der Mitte des Sommers haben daher die leuchtenden Theile um Mitternacht diese Gestalt:



Digitized by Google

In dieser Zeit haben demnach alle Nächte auf der ganzen Hemisphäre bis zum 66° 30' hin Ringscheine und zwar desto mehr, je länger sie dauern, d. h. je näher die Gegend dem Aequator liegt. Da jedoch von 45° an die Breite der äussern und von 35° an die des inneren Ringes wieder abnimmt, so haben die Tropengegenden Saturn's, obgleich längere und höher gespannte leuchtende Bogen sich über ihren Horizont erheben, doch quantitativ weniger Ringschein, als die mittlern Breiten. Am Aequator selbst ist er das ganze Jahr hindurch ein Minimum, obwohl er (da die innere Kante doch irgend eine, wenngleich noch so geringe, Dicke haben muss) in keiner Nacht gänzlich vermisst wird.

Man wird alles hier für die Nordhalbkugel Gesagte auch für die Südhalbkugel gelten lassen können, wenn man den oben vom Herbstnachtgleichenpunct an gezählten Längen 180° hinzufügt.

Die Beleuchtungs- und — so viel wir hiernach schliessen dürfen — auch die climatischen Verhältnisse der Saturnskugel sind demnach sehr verschieden von denen der übrigen Planeten. Die kurzen Wintertage der mittlern und höhern Breiten fallen zum grossen, ja für nicht wenige Gegenden zum grössten Theile ganz hinweg. Es ist zwar wahrscheinlich, dass die erwähnten Finsternisse keine absolute Nacht, sondern nur eine mehr oder minder tiefe Dämmerung bewirken; dass wenigstens die lange Nacht nur in den mittlern Theil derselben fällt, wenn anders Saturn und sein Ring eine strahlenbrechende Atmosphäre besitzen. Indess gewahrt man von der Erde aus den Schatten des Rings auf der Kugel sehr deutlich und in ziemlicher Schwärze, und der Lichtverlust ist also jedenfalls äusserst beträchtlich. Es bedürfte in der That gar keiner sehr bedeutenden Veränderung der Dimensionen des Planeten und der Ringe, um den Gegensatz so zu verstärken, dass während des Winterhalbjahres so gut als gar kein Tag, und während des Sommerhalbjahres nie eigentliche Nacht auf der Kugel stattfinde. Saturn verdankt also seinem Ringsysteme weder einen Ersatz für das schwache Sonnenlicht, noch eine Ausgleichung der Differenzen desselben, sondern von beiden das directe Gegentheil.

Kehren wir nunmehr die Frage um und untersuchen, was Saturn seinen Ringen gewährt? Die Antwort ist sehr einfach: er entzieht ihnen einen beträchtlichen Theil des Sonnenlichts während ihres Sommers und erleuchtet dafür theilweise ihren Winter. Jede Seite des Ringes wird nämlich ein halbes Saturnsjahr (14,7 Erdjahre) gar nicht, und während der andern Hälfte beständig, die Saturnsbeschattung ausgenommen, von der Sonne beschienen. Die innerste Grenze des innern Ringes hat während dieser 14,7 Jahre Tage von 8^h 22' bis 8^h 40' Länge, während die Nächte 1^h 50' bis 2^h 8' Dauer haben. Für die äussere Grenze des äussern Ringes dauern diese Nächte höchstens 1^h 33' und sinken, wie wir oben gesehen haben, auf Null herab, so dass fünf Erdenjahre hindurch beständig Tag ist. Diese kurzen Sommersnächte haben natürlich nie Saturnsschein; während des Tages sieht man einen Theil und in der Mitte desselben die ganze Saturnsscheibe erleuchtet. Diese gewaltige Scheibe, von der jede Ringseite beständig die eine Hemisphäre sieht, fasst für die Ringkante IV. im Aequatoreal-durchmesser 82"; der polare ist 36° 6'. Für die Kante III. sind diese Grössen 59",9 und 27",1; für die II. 26",4 und 52",8; endlich für die äusserste 51",2 und 23" 4'. Für die innerste Kante füllt also die Riesenkugel den achten Theil des ganzen Himmelsgewölbes und übertrifft die Grösse der Sonne, wie sie von der Erde aus gesehen wird, zwanzigtausend Mal!

Während der $14\frac{7}{10}$jährigen Nacht werden die Ringe in Perioden, die der Rotation gleich sind, vom Saturn erleuchtet. Bezüglich auf die verschiedenen Ringe ist diese Beleuchtung nur in sofern ungleich, als ihre Intensität für die entferntern schwächer ist. In der Mitte jeder Periode leuchtet Saturn mit seiner ganzen Scheibe, die nur durch den Schatten des Ringes selbst in zwei Zonen und eine (oder mehrere) schmale Zwischenzone getheilt ist: denn die polaren Gegenden Saturn's, welche während des Winters beständige Nacht haben, kommen den Ringen überhaupt nie zu Gesicht. Daher sind auch die Phasen Saturn's, welche von den Ringen aus wahrgenommen werden, nicht mit denen

Digitized by Google

unsers Mondes u. s. w. zu vergleichen. Diese Phasen werden beim Abnehmen nicht blos schmaler, sondern auch kürzer: sie enden und beginnen mit einem Lichtpuncte, nicht mit einer Sichel. Die Ursache ist die, dass wegen der grossen Nähe des Standpunctes bei weitem weniger, als die volle Hemisphäre sichtbar ist, und der Saturnsrand also kein Meridian, sondern nur ein beträchtlich entfernter Parallel eines solchen ist, wozu noch kommt, dass auch die Erleuchtungsgrenze diesseit des Poles vorüberzieht. Es bezeichne in nebenstehender Figur der äussere Halbkreis die nördliche Hälfte einer Saturnshemi-

sphäre, der innere den Theil derselben, der dem Ringe zugewendet ist und die punctirte Linie die Erleuchtungsgrenze (im Winterhalbjahr), so hat der vom Ringe aus gesehene Theil die Gestalt des Stücks *abc*, und man sieht leicht, welche Formen er bei'm Fortrücken der Lichtgrenze annehmen muss. Die Dauer desjenigen Theiles der Nacht, wo Saturn dem Ringe gar nicht leuchtet, ist gleich dem Maximo der Dauer einer seiner Sommernächte.

Vom Saturn gänzlich abgewandt sind nur die schmalen Kanten der Ringränder I. und III. In sofern diese Kanten wirklich kleine Flächen darbieten, erblickt man von I. aus nur den freien Himmel; II. und III. stehen einander zenithal gegenüber; von II. aus erblickt man die volle Saturnsscheibe, nur mit Ausnahme der durch den vordern Ring verdeckten Aequatorealgegenden: aber der Anblick, den ein Standpunct auf der innersten Ringkante gewährt, würde einen Erdbewohner mit dem grössten Staunen erfüllen: im Zenith eine freischwebende ungeheure Kugel; und der Boden selbst, der den Beschauer trägt, erweitert sich rechts und links zum Himmelsbogen, der, immer schmaler werdend, die Kugel umfasst und unsichtbar hinter ihr zusammenschliesst! Das ganze Sonnensystem hat keine Localität aufzuweisen, welche diesem grossartigsten aller Panoramen vergleichbar wäre.

Auf der Saturnskugel zeigt sich bekanntlich stets ein grauer Streifen ganz oder nahe in der Ebene des Ringes, der schon in mässigen Ferngläsern erkannt werden kann. Wir haben diesen Streifen, als Saturn noch nicht so tief, als gegenwärtig, für Berlin culminirte, häufig in der Absicht beobachtet, irgend eine Ungleichheit oder Veränderung in demselben und durch deren Hülfe die Rotationsperiode zu bestimmen, die Herschel der Vater bekanntlich nur als rohe Näherung gegeben hat. Allein es hat sich uns nie etwas gezeigt, was zu diesem Zwecke dienlich gewesen wäre, und alle Wahrnehmungen vereinigen sich dahin, diesen grauen Ring als ein durchaus constantes Phänomen zu betrachten. Eben so wenig sind uns jemals mehrere Streifen zu Gesicht gekommen und die gewöhnlich in den Lehrbüchern gegebene Abbildung Saturn's, wenn sie sich gleich auf Herschel's nicht wohl zu bezweifelnde Beobachtung mehrerer Streifen gründet, dürfte doch in so fern naturwidrig seyn, als sie auf die Vorstellung einer grossen Aehnlichkeit zwischen den Streifen Jupiter's und Saturn's führt. Bei Saturn überwiegt ein Streifen alle andern — selbst wenn sie fortwährend vorhanden seyn sollten — so sehr, dass man sie wohl kaum als ein mit jenem Hauptstreifen gleichartiges Phänomen betrachten kann; bei Jupiter findet sich dagegen kein bleibend prädominirender Streifen: oft sieht man zwei gleich intensive, häufiger aber noch wechselt das Uebergewicht, oder einer von ihnen verschwindet ganz.

Zugleich erscheint dieser Streifen verhältnissmässig scharf und lässt sich gewöhnlich bis hart an den Rand verfolgen, was bei den Jupitersstreifen nicht in gleichem Maasse der Fall ist, und seine Farbe zeigt eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit dem Grau, welches die innere Kante des innersten Ringes einnimmt und diesem ein verwaschenes Ansehen giebt, während die äussere Kante sowohl dieses als des äussern Ringes scharf und bestimmt aus dem Grunde des Himmels hervortritt.

Die erwähnten Umstände scheinen darauf hinzudeuten, dass der Streifen Saturn's nicht eigentlich wolkiger Natur sey, wie man von den Jupitersstreifen mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen

Digitized by Google

pflegt, sondern dass er in näherem Zusammenhange mit dem Ringe stehe. Wir wissen allerdings nichts Positives über die Stoffe, welche die Oberflächen entfernter Weltkörper bilden, und es ist jedenfalls zu gewagt, eine allgemeine Aehnlichkeit derselben in den verschiedenen planetarischen Kugeln unsers Systems apriorisch vorauszusetzen und darauf weitere Schlüsse zu bauen: allein eine solche problematische Aehnlichkeit ist auch zur Erklärung des erwähnten Phänomens nicht nöthig. Es bleibe gänzlich dahin gestellt, ob Saturn oder sein Ring wasserbedeckte Oberflächentheile, gleich unserer Erde, aufzuweisen haben oder nicht: es genügt, ein Fluidum irgend welcher Art auf ihnen anzunehmen, das den Bewegungsgesetzen eben so unterworfen ist, wie das Wasser unserer Oceane. Wie die Attraction des Mondes und der Sonne bei diesen eine Ebbe und Fluth bewirkt, die diesen Weltkörpern folgt, so muss auf den Saturn die Anziehung des Ringes eine ähnliche, jedoch constante, und — wenn anders Flüssigkeit genug vorhanden ist — viele tausendmal höhere Fluth bewirken, die in den Gegenden stattfindet, welche den Ring im Zenith haben. Bedenkt man, dass die Höhe der Fluth im umgekehrten Verhältnisse des Cubus der Distanz des anziehenden Körpers wächst, so dass ein zehnmal näherer Mond von gleicher Masse eine tausendmal höhere Fluth bewirken müsste, setzt man ferner mit Bessel die Masse des Ringes $= \frac{1}{11\frac{1}{2}}$ der Masse Saturn's, so kann man sich einen Begriff machen, wie hoch eine solche Fluth ansteigen könne. Die Entfernung der innern Kante des Ringes von der Oberfläche Saturn's ist kaum $\frac{1}{4}$ des Saturnsdurchmessers.

Leicht möglich, dass diese meilenhohe constante Fluth die ganze Masse des Fluidums, was sich unter andern Umständen über die Oberfläche Saturn's vertheilen würde, in sich vereinigt, oder dass nur unter ganz besondern Umständen sich einiges Wenige auch über andere Oberflächentheile verbreitet, was denn die von Herschel gesehenen Nebenstreifen erklären würde. Die Monde Saturn's haben so diesem Streifen wohl nur einen höchst geringen Antheil. Die innern sind so unscheinbar, dass wir ihre Masse selbst gegen die Masse des Ringes nur als sehr unbedeutend annehmen können; die beiden grösseren aber sind zu weit entfernt, um hier in Betracht zu kommen. Ebendeshalb möchten wir diese Erklärung auch nicht auf die Jupitersstreifen ausgedehnt sehen. Vermögen gleich die Jupitersmoode, besonders der innere, eine beträchtlich stärkere Fluth auf dem Hauptplaneten zu bewirken, als unser Mond vermag, so ist sie dennoch gegen die obenerwähnte Ringfluth des Saturn's sehr unbedeutend und würde sich überdies nicht als Ring zeigen: höchstens könnte die Frage seyn, ob die Anziehung der Monde einigen Theil an den oft so raschen Veränderungen habe, die man in diesen Streifen wahrnimmt.

Ist die obige Hypothese die richtige, so lässt sich eben so ungezwungen das verwaschene Grau der innern Theile des Ringes erklären. Hier ist es die Wirkung der Saturnskugel, welche die flüssigen Massen des innern und wahrscheinlich auch der übrigen Ringe nöthigt, die innere ihm zugewendete Kante bleibend einzunehmen, und die um so viel mächtigere Anziehung scheint zu dem Schlusse zu berechtigen, dass die übrigen Theile der Ringe durchaus nur aus festen Massen bestehen können. Daher wohl der starke Glanz, besonders des innern Ringes, welcher den der Saturnskugel selbst erheblich übertrifft.

Nichts hindert übrigens anzunehmen, dass auch Wolken an der Bildung dieses Streifens Antheil haben; es kommt, wie schon gesagt, auf die besondere Natur des Fluidums ganz und gar nicht an. Dass aber ein solches dem Saturn nicht fehlen werde, scheint schon aus seiner so sehr geringen Dichtigkeit hervorzugehen, die selbst bei Annahme der Bessel'schen Dimensionen des Saturnssphäroids doch kaum $\frac{1}{7}$ der Erddichtigkeit beträgt, also nur etwa der unsers Birkenholzes gleicht und der des Wassers erheblich nachsteht.

Digitized by Google

VII.

Jupiter.

Digitized by Google

Digitized by Google

Die Oberfläche Jupiter's zeigt uns, ausser den bekannten grauen Streifen, von Zeit zu Zeit einzelne Flecke von grösserer Schwärze, und schon Cassini hat sich eines solchen bedient, um durch ihn die Rotationsperiode zu bestimmen. Mehrere Jahre hindurch war ein grosser schwarzer Fleck sichtbar: er gab nicht immer genau dieselben Werthe für die Dauer der Periode, und Cassini glaubte als Endresultat $9^h\ 55'\ 58''$ annehmen zu können. Fast ein Jahrhundert hindurch blieb dieses Resultat ungeprüft, obgleich derselbe schwarze Fleck noch 1715 von Maraldi gesehen wurde.

Sylvabelle in Marseille fing am 15. October 1773 eine Reihe von Beobachtungen an und verfolgte einen gut begrenzten Punct einige Monate hindurch, theilt aber kein Detail seiner Beobachtungen mit und erwähnt blos (Berliner Jahrbuch für 1778, pg. 145), dass er $9^h\ 56'$ für die Rotation, übereinstimmend mit Cassini, gefunden habe.

Ein sonderbar abweichendes Resultat erhielt Schröter durch mehrere Flecke, insgesammt von sehr kurzer Dauer, die er vom October 1785 bis Februar 1786 beobachtete. Sie zeigten sich meistens nur einmal; und er folgerte aus ihnen eine Periode $= 6^h\ 56'\ 56''$. Doch geben seine eignen spätern Beobachtungen ihm wieder nahe die Cassini'sche Periode. Das Ende eines grauen Streifens, welches er 3 Monate hindurch verfolgte, gab $9^h\ 55'\ 17'',6$; ein gleichzeitig sichtbarer Fleck anfangs $9^h\ 55'\ 33'',6$; später schwankende, zwischen $9^h\ 55'$ und $9^h\ 56''$ fallende Resultate, endlich $9^h\ 56'\ 33''$.

Schröter glaubte, aus diesen so sehr verschiedenen Resultaten auf beträchtliche Stürme schliessen zu müssen, welche auf der Jupiterskugel herrschten; jedenfalls schien es ausgemacht, dass man bei diesen Flecken an etwas Landschaftliches, an feste Oberflächentheile, nicht denken dürfe, sondern dass sie, wie die Streifen, ihren Ort verändern, sich vergrössern und verkleinern, entstehen und verschwinden.

Auch an theoretischen Hypothesen, eine feste Relation zwischen Abplattung, Durchmesser, Entfernung und Umlaufszeit eines Trabanten und Rotation des Planeten aufzustellen, hat es nicht gefehlt. Doch die Formeln, welche uns Klügel und Graf v. Platen gegeben, sind weder sicher begründet, noch haben sie sich in der Erfahrung bewährt. Es scheint, dass, wenn Relationen dieser Art wirklich stattfinden, sie uns doch nur unter der Voraussetzung einer Homogenität des Planetensphäroids zur Kenntniss der Rotation führen würden. Wir wissen aber aus andern Gründen, dass weder die Erde, noch Jupiter und Saturn homogen, vielmehr sämmtlich gegen die Mitte hin stärker

Digitized by Google

verdichtet sind: wir haben allen Grund, auch bei den andern Körpern unsers Sonnensystems ein ähnliches Dichtigkeitsverhältniss anzunehmen; aber wir kennen das Gesetz nicht, nach welchem die Zunahme der Dichtigkeit gegen die Mitte hin sich richtet; sonach scheint keine Hoffnung vorhanden zu seyn, auf diesem Wege die Umdrehungsperioden zu bestimmen, und wir sind auf die directe Beobachtung angewiesen.

Am 3. November 1834 gewahrten wir in dem damals noch sehr deutlichen nördlichen Hauptstreifen drei Flecke, von denen der vorausgehende schwach und unbestimmt, die beiden folgenden hingegen schwärzer und gut begrenzt erschienen. Diese Flecke hatte, wie später zu unserer Kenntniss kam, Hr. Schwabe in Dessau schon seit dem Jahre 1828 beobachtet, auch mehrere Veränderungen darin wahrgenommen; so hatte sich z. B. einer derselben eine Zeitlang in mehrere kleine Puncte aufgelöst. Da wir früher nie den Jupiter anhaltend und absichtlich in dieser Beziehung beobachtet hatten, so widersprechen sich unsere Beobachtungen keineswegs.

Auf die beiden schwärzeren Flecken, die in Zeitintervallen von etwa 40° auf einander folgten und eine jovigraphische Breite von etwa + 5° hatten, beziehen sich die nachfolgenden Beobachtungen. Der letzte schien im Verlaufe der Beobachtungen an Grösse zuzunehmen und eine mehr längliche Form anzunehmen; doch vermögen wir den letztern Umstand nicht als ganz sicher zu bezeichnen. Anfangs war der Streifen, welcher die Flecke enthielt, von nahe gleicher Intensität mit dem südlicher gelegenen; gegen Ende Decembers aber erschienen beide merklich ungleich, da der nördliche schon so schwach geworden war, dass er nicht länger dienen konnte, die Position des Mikrometerfadens für diese Beobachtungen zu berichtigen, was späterhin nur noch durch die nördliche scharfbegrenzte Kante des südlichen Streifens bewirkt werden konnte. Als nach dem 22. Jan. eine 17tägige anhaltende Trübheit alle Beobachtungen verhindert hatte, waren am 9. Februar, wo zuerst wieder beobachtet werden konnte, nur noch schwache Spuren des Streifens sichtbar, die immer mehr verschwanden und die Flecke isolirt stehen liessen. Dagegen hatte der südliche an Breite, wie an Intensität merklich gewonnen. Er konnte selbst am Tage mit aller erwünschten Deutlichkeit wahrgenommen werden, auch auf der den Flecken entgegengesetzten Hemisphäre, wo gleichfalls von dem nördlichen Streifen nur wenig wahrgenommen werden konnte.

Nach dem 19. April näherte sich Jupiter der Sonne so sehr, dass die Beobachtungen aufgegeben werden mussten. Die Hoffnung, nach der Conjunction die Flecke wieder zu erblicken, schlug fehl; weder vom Streifen noch von den Flecken war das Geringste sichtbar. Dagegen machte M. im December 1835 im grossen Refractor der Königl. Sternwarte die Bemerkung, dass der stehengebliebene breite Streifen im Begriff sey, sich in zwei zu spalten, was sich nach einigen Tagen bestätigte, wo augenscheinlich zwei parallele Streifen aus dem einen sich gebildet hatten. Flecke von gleicher Bestimmtheit, wie die vorjährigen, zeigten sich nicht wieder, und die am 3. November begonnene Beobachtungsreihe muss also mit dem 19. April als definitiv geschlossen betrachtet werden.

Bei der Beobachtung ward das Mikrometer so gestellt, dass die Parallelfäden die Richtung der Streifen bekamen und folglich der Querfaden sie senkrecht durchschnitt, und sodann der Moment abgewartet, wo letzterer die Planetenscheibe und den Fleck gleichzeitig bissecirte. Bei günstiger Luft und ruhigem Bilde konnte man sich meistens nach 2 Minuten schon überzeugen, dass der Fleck nicht mehr auf der Mitte stehe. Sind für einen und denselben Durchgang zwei Zeiten angegeben, so haben beide Beobachter, jeder an einem besondern Fernrohre, die Momente bestimmt. Da die Zahl der unter weniger günstigen Umständen gemachten und als zweifelhaft notirten Beobachtungen im Ganzen nur gering war, so sind sie bei der Berechnung ganz ausgeschlossen, statt ihnen die Hälfte oder irgend einen willkührlichen Bruchtheil des vollen Werthes beizulegen.

Digitized by Google

Beobachtungen.

Sternzeit.

	Erster Fleck.	Zweiter Fleck.	Zwischenzeit.
1834 Novbr. 4.	2h 6′ 45″	———	
5.	7 59 43	8h 37′ 23″	37′ 40″
7.	23 48 51	0 28 12::	
	9 44 14	———	
12.	23 10 51	23 48 7	37 16
	9 7 23	9 45 5	37 42
18.	4 26 6	5 4 3	37 57
19.	10 17 26	———	
21.	2 6 55	2 45 17	38 22
	0 17 0	0 58 40	41 40
December 6.	0 18 20	0 57 15	38 55
8.	2 5 9	2 43 1	37 52
23.	0 17 59::	0 58 19	
	———	0 58 14	
	5 31 57::	6 13 2	
29.	5 33 54	6 13 32	39 38
30.	1 29 12	2 9 16	40 4
1835 Januar 2.	23 10 10	23 49 4	38 54
	———	3 20 38	
6.	———	3 21 20	
7.	———	23 16 1	
11.	———	2 46 39	
13.	3 50 53	4 30 15	39 22
14.	23 45 4	0 24 34	39 30
	9 41 20	———	
16.	1 28 54	2 8 2	39 8
18.	3 14 32	3 54 47	40 15
21.	0 54 31	———	
22.	6 45 3	7 25 25	41 22
Februar 9.	2 40 39	———	
10.	8 32 7	9 14 35	42 28
	4 24 53	5 10 18::	
11.	4 25 3	5 9 21	44 18
13.	6 12 31	6 55 40	43 9
14.	———	2 49 50	
15.	———	8 42 44	
16.	3 52 30	4 35 3	42 33
21.	———	4 1 16	
23.	5 4 11	5 46 2	41 51
27.	8 36 10	9 18 48	42 38
28.	4 32 39	———	
März 2.	———	7 0 57	

Digitized by Google

	Erster Fleck.	Zweiter Fleck.	Zwischenzeit.
März 9.	7h 29′ 2″	8h 11′ 5″	42′ 3″
14.	6 55 57	———	
16	8 42 16	9 24 30	42 14
28.	9 20 6	10 3 35	43 29
31.	7 2 27	7 44 32	42 5
April 7.	———	8 58 22	
12.	———	8 24 15	
14.	9 28 31	10 10 42	42 11
19.	8 55 19	9 34 24	43 5.

Für den durch Aberration verbesserten Moment erhält man aus der geocentrischen und heliocentrischen Länge Jupiter's dessen Phase, die, obgleich stets sehr unbedeutend, dennoch nicht ganz vernachlässigt werden darf; durch diese den Abstand der scheinbaren Mitte von der wahren, in Graden der Jupiterskugel ausgedrückt, folglich die jovicentrische Länge des Flecks für die Beobachtungszeit. Eben diese Länge lässt sich aus den für die Epoche e und Rotationsperiode R angenommenen Näherungswerthen berechnen. Der Strenge nach hätten die Breite Jupiter's und die kleine Neigung seines Aequators gleichfalls berücksichtigt, also die von Wachter (*Dissertatio de elementis planetarum quae circa rotationem spectant, Berol. 1812*) gegebenen Formeln*) angewandt werden sollen; allein eine geringe Ueberlegung zeigte, wie überflüssig eine so mühsame Berechnung hier seyn würde, da nur Durchgänge durch die Mitte beobachtet und beide Flecke fast im Aequator des Jupiter's lagen.

Sey der Unterschied beider Resultate für die Länge des Flecks $\triangle l$, und $\triangle t$ die Zeit, welche der Fleck gebraucht, um sie zurückzulegen, so ergiebt jede Beobachtung für die Verbesserung der Näherungswerthe die folgende Bedingungsgleichung:

$$\triangle t = \triangle e + \frac{T}{R} \cdot \triangle R$$

wo T die seit der angenommenen Epoche verflossene Zeit ausdrückt. Wählt man für e eine Länge, welche zwischen den während einer Beobachtungsperiode vorkommenden Längen etwa das Mittel hält, so wird $\frac{T}{R}$ immer einer ganzen Zahl so nahe stehen, dass man diese dafür annehmen kann.

Als Beispiel diene die Beobachtung des ersten Flecks vom 5. November:

1834 November 5.	7h 49′ 53″
Sternzeit	14 59 35,1
Aberration	33 59,0
Wahrer Moment	16h 26′ 8″,9 M.Zeit.
Geoc. AR. Jupiter's	68° 2′,9
— δ —	+ 21 2,2
Hieraus geoc. Länge	69° 34′,5.
Helioc. Länge	64 34,9
Phase	— 4° 59′,8.
sin Corr. $= \frac{1}{2}$ sin vers. Phase	$= -$ 0,00191
Correction	—— 6,5
Jovic. Länge des Flecks	= 249° 28′,0 als Resultat der Beobachtung.

*) Mit diesen Formeln sind die vom Herrn Oberlehrer Hardenkamp in Hamm in Nr. 350 der Astr. Nachrichten (19. April 1838) gegebenen dem Wesen nach identisch, sogar bis auf die Bedeutung der angewandten Hülfswinkel.

Digitized by Google

Als Näherungswerthe für e und R setze man

$R_0 = 9^h\ 55'\ 30''$

$e_0 =$ November 4. $10^h\ 36'\ 30''$ für 247° 52′,3 der jovicentrischen Länge des Flecks, so wird für denselben Moment, wie oben, erhalten:

Jovic. Länge des Flecks = 249° 46′5; ganze Rotationen 3.

Der Unterschied beider Längen ist hiernach — 18,5, welche der Fleck in 31 Secunden zurücklegt; folglich hat man:

$$+ 31 = \triangle e + 3{,}0\ \triangle R.$$

Wird in gleicher Art für den zweiten Fleck R_0 wie oben, e'_0 für dieselbe Länge Nov. 5. $17^h\ 1'\ 30''$ gesetzt, so ergeben sich zur Verbesserung der Näherungswerthe die nachstehenden Bedingungsgleichungen:

Erster Fleck.			Zweiter Fleck.		
November. 4 —	85″ = △e +	0 △R.	November 5 —	25 = △e′ +	0 △R.
5 +	31 „ +	3 „	12 —	136 „ +	16 „
7 +	89 „ +	7 „	12 —	141 „ +	17 „
—	10 „ +	8 „	18 —	112 „ +	31 „
12 —	57 „ +	19 „	21 +	8 „ +	38 „
—	87 „ +	20 „	December 6 —	81 „ +	74 „
18 —	73 „ +	34 „	+	3 „ +	74 „
19 —	48 „ +	37 „	8 —	51 „ +	79 „
21 +	22 „ +	41 „	23 —	13 „ +	115 „
December 6 —	180 „ +	77 „	—	8 „ +	115 „
—	100 „ +	77 „	29 —	114 „ +	130 „
8 —	7 „ +	82 „	—	84 „ +	130 „
29 —	146 „ +	133 „	30 +	1 „ +	132 „
30 —	81 „ +	135 „	Januar 2 +	3 „ +	139 „
Januar 2 —	14 „ +	142 „	6 +	28 „ +	149 „
13 —	127 „ +	169 „	+	60 „ +	149 „
14 —	133 „ +	171 „	7 +	88 „ +	151 „
—	185 „ +	172 „	11 +	44 „ +	161 „
16 —	246 „ +	176 „	13 —	81 „ +	166 „
18 —	259 „ +	181 „	14 —	80 „ +	168 „
21 —	245 „ +	188 „	16 —	204 „ +	173 „
22 —	325 „ +	191 „	18 —	162 „ +	178 „
Februar 9 —	571 „ +	234 „	22 —	165 „ +	188 „
10 —	589 „ +	237 „	Februar 10 —	348 „ +	234 „
11 —	679 „ +	239 „	11 —	328 „ +	236 „
—	669 „ +	239 „	13 —	317 „ +	241 „
13 —	588 „ +	244 „	14 —	335 „ +	243 „
16 —	629 „ +	251 „	15 —	363 „ +	246 „
23 —	710 „ +	268 „	16 —	393 „ +	248 „
27 —	743 „ +	278 „	21 —	430 „ +	260 „
28 —	624 „ +	280 „	23 —	516 „ +	265 „
März 9 —	826 „ +	302 „	27 —	503 „ +	275 „
14 —	845 „ +	314 „	März 2 —	418 „ +	282 „
16 —	851 „ +	319 „	9 —	619 „ +	299 „

Digitized by Google

Erster Fleck.			Zweiter Fleck.		
März 28 — 1059″	= △e	+ 348 △R.	März 16 — 634″	= △e′	+ 316 △R.
31 — 974	„	+ 355 „	28 — 768	„	+ 345 „
April 14 — 1091	„	+ 389 „	31 — 764	„	+ 352 „
19 — 1145	„	+ 401 „	April 7 — 715	„	+ 369 „
			12 — 873	„	+ 381 „
			14 — 876	„	+ 386 „
			19 — 878	„	+ 398 „

Uebersieht man diese Bedingungsgleichungen oder auch nur die oben angesetzten Intervalle der Durchgangszeiten beider Flecke, so sieht man auch ohne nähere Berechnung die Unmöglichkeit, durch irgend eine gleichförmige Rotation den Beobachtungen so zu genügen, wie sie es zu erfordern scheinen. Die Fehler würden in den Monaten Januar und Februar sämmtlich in's *Plus* fallen und 6—7 Zeitminuten erreichen: Anfang und Ende der Reihe würden dagegen lauter negative Fehler ergeben. Eben so wenig aber kann das Resultat, wie es auch immer beschaffen seyn möge, für beide Flecke dasselbe seyn.

Wir sind demnach in gleichem Falle mit allen frühern Bearbeitern dieses Gegenstandes: das, was wir beobachtet haben, sind keine fixen Oberflächentheile, sondern, allem Anscheine nach, atmosphärische Producte, Analoga unserer Wolke. Ihre verhältnissmässige Grösse, Intensität und Constanz unterscheidet sie allerdings wesentlich von den Erdwolken; allein das längere Jahr Jupiter's, der geringe Jahrszeitenwechsel und seine wahrscheinlich sehr dichte Atmosphäre *) harmoniren damit ganz gut, und hierzu kommt noch die fast dreimal grössere Schwere auf der Oberfläche Jupiter's, wodurch jede andere Bewegung weit mehr gehemmt werden muss, als auf der Erde. Jedenfalls wird man zugeben, dass die aus unsern Beobachtungen folgende eigne Bewegung der Flecke nichts enthalte, was der Natur widerspricht. Es scheint nun allerdings ein vergebliches Bemühen, irgend eine Hypothese über das Gesetz der eigenen Bewegung eines atmosphärischen Products bilden zu wollen: allein hier kommt es nur darauf an, ein solches — und möglichst einfaches — zu finden, welches ohne durchaus willkührliche Annahmen die übrig bleibenden Fehler so weit verkleinert und die Zeichenwechsel derselben in so weit herstellt, dass man sie für Beobachtungsfehler gelten lassen kann: und eine solche Hypothese würde dann wenigstens so lange, bis auf irgend einem Wege eine Gesetzmässigkeit ermittelt ist, den Vorzug verdienen.

Die angesetzten Zwischenzeiten zeigen uns, dass bis zum **22.** Januar 1835 die Bewegung der Flecke eine relativ verschiedene war; vom 9. Februar an, wo der Streifen fast verschwunden war, findet sich für beide dieselbe Bewegung. Hierdurch ist das anzuwendende Verfahren bereits angedeutet: man wird die Beobachtungen in drei Gruppen vertheilen müssen, die erste vom 4. November bis **22.** Januar wird **22.** Beobachtungen und 191 Rotationen des ersten Flecks, die zweite vom 5. November bis **22.** Januar **23** Beobachtungen und 188 Rotationen des zweiten umfassen; die dritte endlich wird alle Beobachtungen seit dem 9. Februar vereinigen, d. h. 16 für 168 Rotationen des ersten und 19 für 165 Rotationen des zweiten Flecks.

---

*) Es ist bekannt, dass die Jupiterstreifen gegen den Rand der Planetenscheibe hin äusserst matt abfallen, und die hier in Rede stehenden Flecke konnten niemals bis an den Rand verfolgt werden: das Aeusserste, was sie erreichten, war 1h. 24′ und 1h 27′ über den Moment des Durchgangs durch die Mitte. Dies entspricht 52° und 54° der jovicentrischen Länge, von der Mitte aus gezählt: also in einer Gegend der Kugel, wo die atmosphärische Schwächung noch nicht ganz das Doppelte des Minimum betrug, wurden die Flecke bereits unsichtbar, was ohne eine sehr starke Atmosphäre nicht zu erklären ist.

Digitized by Google

Für eine als veränderlich erkannte Geschwindigkeit ist die einfachste Annahme die einer gleichförmigen, der Zeit proportionalen Zu- oder Abnahme. Natürlich kann sie nur für einen beschränkten Zeitraum gültig seyn: ihre Möglichkeit kann auf verschiedene Weise gedacht werden. Vielleicht hat der Streifen eine langsamere Rotationsbewegung (ein Analogon des Ostwindes unter unserem Aequator) und hat folglich, so lange er bestand, auf die Flecke als widerstehendes Mittel gewirkt; oder der Fleck hat sich gegen Jupiter's Oberfläche herabgesenkt und so allmälig eine relativ schnellere Bewegung erhalten. Wie dem auch sey, man wird nicht umhin können, ein solches von dieser angenommenen Veränderung abhängendes Glied einzuführen und versuchsweise diese Form der Bedingsgleichungen anzuwenden:

$$\Delta t = \Delta e + \frac{T}{R}\,\Delta R + \tfrac{1}{2}\left(\frac{T}{R}\right)^2 \Delta' R.$$

Die Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate hat für die **erste** Gruppe die folgenden Resultate gegeben:

e = Epoche für 247° 52′,3 jovic. Länge: = Nov. 4 10ʰ 35′ 58″,00. . Unsicherheit ∓ 30″,5
R = Rotation zur Zeit der Epoche . . . . . 9 55′ 30 ,165. . „ ∓ 0 ,912
Veränderung in 100 Rotationen . . . . . — 1 ,365. . „ ∓ 0 ,938

Uebrigbleibende Fehler:

+ 56″,4	+ 59,1	— 54,7	— 64,8	+ 10,9
— 46 ,4	+ 42,5	— 52,9	— 63,1	+ 83.8
+ 88 ,7	+ 16,5	+ 18,9	— 13,2	
— 17 ,7	— 54,9	— 47,1	+ 38,2	$\Sigma(\varepsilon^2) = 81294''$.
+ 29 ,3	— 124,7	— 126,0	— 41,0	

Macht man dagegen $\Delta' R = 0$, also die Rotation constant, so erhält man:

e = Nov. 4 10ʰ 36′ 23″,7
R = 9 55 28 ,95
$\Sigma(\varepsilon^2)$ = 90709″.

Die 23 Beobachtungen des zweiten Flecks vom 5. November bis 22. Januar ergeben:

e′ = Nov. 5 16ʰ 59′ 22″,26; Unsicherheit ∓ 34″,6
R = 9 55 32 ,464; „ ∓ 1 ,055
Veränder. für 100 R = — 2 ,523; „ ∓ 1 ,058.

Uebrigbleibende Fehler:

— 102″,2	+ 66,7	+ 93,4	— 100,8	+ 80,0
+ 46″,5	— 17,3	+ 63,5	— 131,4	+ 73,2
+ 61 ,6	+ 39,3	— 23,4	— 102,1	+ 44,7
+ 48 ,5	+ 1,9	— 32,0	+ 14,9	
— 31 ,9	— 3,1	— 68,8	+ 9,9	$\Sigma(\varepsilon^2) = 97139''$.

Setzt man seine Rotation constant, so wird erhalten:

e = November 5 17ʰ 0′ 30″,23
R = 9 55 30 ,08
$\Sigma(\varepsilon^2)$ = 126253″.

Lässt man die herausgebrachten Werthe für $\Delta' R$ gelten, so sind die übrigbleibenden Fehler nicht grösser, als erwartet werden kann; indess befriedigt ihr Gang nicht völlig: fünf Aufeinanderfolgen des gleichen Zeichens in der ersten, und ihnen entsprechend sechs gleichzeitige in der zweiten Gruppe scheinen anzudeuten, dass die Veränderung nicht ganz der Zeit proportional gewesen seyn; allein man kann ohne zu grosse Willkühr hier nicht weiter gehen. Nach obigen

Digitized by Google

Resultaten bedurfte der zweite Fleck, um den jovicentrischen Ort des ersten zu erreichen, am 4. November 37′ 26″,87; am 22. Januar hingegen 40′ 35″,85. Die diesen Zeiten entsprechenden jovicentrischen Längenunterschiede sind aber 23° 9′ 48″ für den Anfang und 24° 32′ 39″ für das Ende dieser ersten Periode, welche 79 Tage begreift. Für einen mittleren Erdentag hat also ihre gegenseitige Entfernung nur 1′ 2″,91 jovicentrisch, d. h. noch nicht völlig drei geographische Meilen, zugenommen; ein äusserst geringer Unterschied. Etwas schnellere eigene Bewegungen jedes der beiden Flecke erhält man, wenn man die zur Zeit der Epoche stattfindende Rotation mit der weiter unten folgenden definitiven vergleicht; doch auch diese betragen nur 16 und 21 Meilen täglich, was noch weit hinter der Schnelligkeit eines gewöhnlichen Windes auf unserer Erde zurückbleibt, und von den heftigen Stürmen, welche aus Cassini's und Schröter's Beobachtungen gefolgert worden sind, ist also hier nicht die Rede. Es wäre jedenfalls erforderlich, diese im Detail zu kennen und sie mit den jetzigen Hülfsmitteln genau zu reduciren. Die Aberrationsdifferenzen allein, wenn wir sie vernachlässigt hätten, würden eine um 4—5 Secunden verschiedene Periode, und statt der Abnahme eine Zunahme ergeben haben.

Als Näherungswerthe für die dritte Gruppe sind angenommen:

$$e_0 = \text{Febr. } 9\ 4^h\ 54'$$
$$e'_0 = \text{„ } 9\ 5\ 37$$
$$R_0 = 9\ 55\ 26''.$$

Wenn man die obige Formel, welche das Glied $\frac{1}{2}\left(\frac{T}{R}\right)^2 \triangle{}'R$ enthält, auch hier anwendet und zuerst jeden Fleck besonders berechnet, so erhält man aus den Endgleichungen die Veränderlichkeit für 100 Rotationen

bei'm ersten Fleck $+ 0'',322$; Unsicherheit $\mp 1'',1$
„ zweiten „ $+ 0,608$; „ $\mp 0,95$

und diese Hypothese scheint sich also hier nicht zu rechtfertigen. Wird zweitens die Rotation für beide Flecke constant angenommen, allein für jeden besonders untersucht, so erhält man $\triangle R$

für den ersten Fleck $+ 0'',665$
„ „ zweiten „ $+ 0,425$

eine so geringe Verschiedenheit, dass sie völlig innerhalb der Grenzen fällt, zwischen denen die Werthe schwanken, wodurch ihr Vorhandenseyn ganz unwahrscheinlich wird.

Setzt man endlich drittens für beide Flecke dieselbe und zwar constante Rotationsperiode, so erhält man aus den Endgleichungen:

$\triangle e = -11'',31$; Gew. 7,2029
$\triangle e' = -18,87$; „ 7,4238
$100\ \triangle R = +53,24$; „ 10,4126

und in dieser Hypothese bleiben folgende Fehler übrig:

Erster Fleck.

$-10'',3$	$+28,0$	$-116,8$	$+86,3$
$-2,7$	$-11,3$	$+10,7$	$-27,3$
$+80,4$	$+10,8$	$-9,7$	$-38,3$
$+70,4$	$+9,1$	$-19,1$	$-25,8$

Zweiter Fleck.

$+18'',7$	$+15,1$	$+64,1$	$+33,5$
$-8,2$	$+10,5$	$+20,3$	$+19,1$
$-33,6$	$+79,2$	$+53,7$	$-20,4$

Digitized by Google

$$-\ 25'',5 \quad +\ 31,5 \quad +\ 25,1$$
$$-\ 108\ ,0 \quad -\ 77,8 \quad -\ 82,9 \quad \Sigma(e^2) = 81529.$$

Mittlerer Fehler einer Beobachtung 55″,99

Da Jupiter's Scheibe in den Monaten März und April 1835 schon beträchtlich kleiner, als im December und Januar erschien, hätte in der letzten Gruppe ein grösserer mittlerer Fehler, als in den beiden ersten, erwartet werden müssen, während sich hier das Gegentheil zeigt. Giebt man nun auch zu, dass die durch Uebung erlangte grössere Sicherheit der Abschätzung Antheil an dieser Verminderung habe, so scheint es doch auch auf der andern Seite gewiss, dass in einer der Natur nicht entsprechenden Hypothese die übrigbleibenden Fehler nicht so klein ausgefallen seyen, und die gefundene Rotation ist also entweder die der wirklichen Jupiterskugel, oder die beiden Flecke haben nach dem Verschwinden des sie umhüllenden Streifens dieselbe und zwar gleichbleibende Bewegung fortgesetzt, was auf keine Weise direct zu ermitteln, übrigens auch an sich nicht wahrscheinlich ist.

Das definitive Resultat ist nun also:

$$e = 1835 \text{ Febr. } 9\ \ 4^h\ 53'\ 48'',69; \quad \text{Unsicherheit } \mp\ 20'',87$$
$$e' = \ ,,\ \ ,,\ \ 9\ \ 5\ \ 36\ \ 41\ ,13; \quad ,, \quad \mp\ 20\ ,56$$
$$R = \ ,,\ \ ,,\ \ 9\ \ 9\ \ 55\ \ 26\ ,5321; \quad ,, \quad \mp\ \ 0\ ,1733.$$

Es könnte noch von Interesse seyn, die Rotationsdauer für die hier nicht mit in Betracht gezogene Zwischenzeit zu untersuchen. Hier findet nur eine einfache Division statt, und man findet, dass der erste Fleck vom 22. Januar bis 9 Februar 43 Rotationen jede in $9^h.\ 55'\ 24'',4$; der zweite vom 22. Januar bis 10. Februar 46 Rotationen jede in $9^h.\ 55'\ 26'',1$ zurücklegte. Dies stimmt nun allerdings mit dem Endresultat genau genug; doch schien es uns nicht angemessen, in dem letzteren deshalb eine Aenderung zu treffen.

Nach Laplace ist der siderische Umlauf Jupiter's $= 4332^d,5848212$; und so enthält:
das Jupitersjahr 10477,7963 Sterntage } Jupiter's
oder 10476,7963 Sonnentage }
der Ueberschuss des Sonnentages ist $= 3'',4097$
und die mittlere Dauer desselben . . $= 9^h.\ 55'\ 29'',9121.$

Dieselben Flecke sind auch vom Herrn Professor Airy in Greenwich beobachtet worden, der aus einer kleinen Reihe von Rectascensions-Differenzen des Flecks und der Jupitersränder (deren Detail uns nicht näher bekannt geworden) eine Rotationsperiode von $9^h.\ 55'\ 24'',2$ abgeleitet hat. Ebenso hat Herr Geh. Rath Bessel einige Durchgänge der Flecke durch die scheinbare Mitte beobachtet, die gleichfalls in Absicht auf die Periode nahe mit unsern Beobachtungen übereinstimmen. Es kann daher nur an der geringen Kraft des Fernrohrs gelegen haben, wenn Herr B. Valz in Nimes (Astr. Nachr. 278) über diese Flecke äussert: *„la lunette me permettant à peine de distinguer ces taches, la précision ne seroit pas suffisante pour conclure la révolution, à moins d'intervalles plus considérables.“* Wir haben häufig diese Flecke schon in halber Dämmerung gesehen, und eben so konnten mehrmals in derselben Nacht zwei Passagen der Flecke beobachtet werden, wie die obigen Angaben zeigen; auch sind uns nie, weder auf Jupiter, noch auf der Scheibe irgend eines andern Planeten dunkle Flecke von grösserer oder selbst nur von gleicher Intensität zu Gesicht gekommen. Herr B. Valz spricht in demselben Briefe über die Venusrotation und erklärt sich für die Periode Bianchini's: *„ayant vu maintes fois les échancrures du croissant immobiles pendant plusieurs heures de suite.“* Wie ungemein schwierig es sey, Ungleichheiten auf der Venus wahrzunehmen, ist wohl allen Beobachtern, die sich damit beschäf-

Digitized by Google

tigt haben, zur Genüge bekannt, und wir gestehen, dass wir diese beiden Aeusserungen nur durch die Annahme zu vereinigen wissen, Herr Valz habe sich zu den Venusbeobachtungen eines bei weitem vorzüglichern Fernrohrs bedient, als zu denen des Jupiter's.

Auf der beifolgenden Tab. 1 sind einige Abbildungen des Jupiter's, wie er sich während dieser Beobachtungen zeigte, gegeben worden. Figur I. ist am 23. December 1834 um 0^h 17′ 45″ Sternzeit aufgenommen. Der matte, am weitesten links (westlich) vorgerückte Fleck im nördlichen Streifen konnte zu den Beobachtungen nicht gebraucht werden, dagegen die beiden folgenden, von denen der erste eben die Mitte passirt, der zweite noch 38′ in Zeit davon entfernt ist. Figur II. zeigt den zweiten Fleck auf der Mitte und ist an demselben Abend um 0^h 55′ 0″ Sternzeit entworfen. Figur III. zeigt die Jupitersscheibe am 2. Januar 1835 um 23^h 55′ Sternzeit. Der zweite hier auf der Mitte stehende Fleck hat an Bestimmtheit gewonnen; vielleicht nur in Folge des jetzt schon matter gewordenen Streifens. Figur IV. zeigt Jupiter am 16. Januar 1836 4^h 50′ Sternzeit. Die ungefähre Mitte der Bucht, die hier durch einen Punct bezeichnet ist, passirte die Mitte Jupiter's am 9. Januar um 4^h 27′ 26″ Sternzeit; am 10. Jan. um 0^h 20′ 0″; am 16. Jan. um 5^h 2′ 45″, am folgenden um 0^h 51′ 50″. Fünf Stunden später, am 17. Januar um 6^h 0′, ist Figur V. aufgenommen worden; die sehr auffallende Verdickung des dem Aequator zunächst ziehenden Streifens passirte bald darauf (6^h 5′ 45″ Sternzeit) die Mitte der Scheibe; am 19. um 7^h 35′ 58″ Sternzeit, nachdem der vorausgehende südlicher liegende um 7^h 18′ 2″ durchgegangen war. Es gelang nur noch am 20. Februar 1836, den erstbezeichneten Fleck um 5^h 54′ 54″ Sternzeit die Mitte passiren zu sehen; ungünstige Witterung verhinderte sowohl vor- als nachher diese Beobachtungen. So wenige Data sind natürlich nicht geeignet, das vorstehend berechnete Resultat für die Rotationsperiode zu verbessern; übrigens ist leicht ersichtlich, dass sie sich ihm sehr nahe anschliessen. So erhält man durch ein Intervall von 85 Rotationen des mittlern Flecks Figur V. die Umdrehungszeit = 9^h 55′ 23″,5.

Bei diesen Beobachtungen war es wiederholt der Fall, dass die Abweichungen bei Bestimmung der Position des Streifens, um den bissecirenden Faden in die normale Richtung zu bringen, grösser herauskommen, als die Genauigkeit der Messungen es zu gestatten schien, was auf die Vermuthung führte, dass der Streifen nicht genau im Parallel des Jupitersäquators liege. Um hierüber zur Gewissheit zu gelangen, wurden vom 16. bis 19. Januar die folgenden Positionsmessungen der Mittellinie des grossen Doppelstreifens angestellt:

Jan. 16. 3^h 35′ Sternzeit.

41°	17′
131	35
42	30
131	55
41	42
131	11
42	8
131	20
41	14
131	22
41°	37,4
Parallel = 46	37,5
Position + 5°	0′,1

von O. durch S. gezählt. — Auf ähnliche Weise wurde erhalten:

Digitized by Google

Januar 17.	2h 50′	+ 6° 25′,2 . . .	5	Ablesungen
	3 25	+ 6 37,4 . . .	5	„
	6 5	+ 4 45,2 . . .	5	„
Januar 19.	1 52	+ 4 46,6 . . .	5	„
	2 52	+ 5 1,2 . . .	6	„
	4 51	+ 6 2,1 . . .	7	„
	5 51	+ 6 25,2 . . .	6	„
	6 50	+ 5 56,5 . . .	6	„
	7 50	+ 5 36,3 . . .	7	„

Lässt man die äusserst geringe Veränderung, die die Lage des Jupitersäquators in Folge der eigenen Bewegung Jupiter's innerhalb zweier Tage erleidet, als unmerklich ausser Acht, so erhält man:

Position des Jupitersäquators 1836 Jan. 19 = + 5° 41′,7
Neigung der Mittellinie des Streifens gegen den Parallel des Aequators . . . . . 49′,5
Durchgang seines aufsteigenden Knotens durch die Mitte der Scheibe Jan. 19. . . . 5 35′ St.Z.

womit die einzelnen Beobachtungen sehr gut übereinstimmen (die grössten Abweichungen sind = 20′ und 23′) und wodurch sich die schräge Lage dieses Streifens bestätigt; ein Umstand, der bei einer Bestimmung der Rotationsaxe Jupiter's nicht zu übersehen ist.

Bekanntlich hat Herschel der Vater die relative Helligkeit der Jupiterstrabanten in ihren verschiedenen Stellungen gegen den Hauptplaneten benutzt, um das Gesetz ihrer Rotation zu bestimmen, und er zieht aus seinen Beobachtungen die Folgerung, dass die Jupiterstrabanten sich eben so, wie der unserige, in derselben Zeit um ihre Axe drehen, wie sie um den Jupiter laufen. Es scheint nicht, dass der Gegenstand seit dieser Zeit auf's Neue untersucht worden sey, und deshalb möge hier eine während der Opposition von 1836 angestellte Beobachtungsreihe folgen.

Das Komma bezeichnet einen geringen und oft kaum merklichen Unterschied, das Semikolon einen stärkern, der Punct den stärksten. Mit den hellsten Trabanten ist jederzeit die Folge begonnen.

	Sternzeit.	Trabanten.	Bemerkungen.
1835 December 10.	1h 40′	1 = 2; 4	Wenn nur 3 oder 2 Trabanten verglichen sind, so waren die fehlenden entweder unsichtbar oder dem Planeten zu nahe.
1836 Januar 6.	0 40	3; 2 = 1; 4	
7.	2 30	3; 4; 2	
	4 0	3; 4; 1; 2.	
9.	2 0	3; 4; 1.	
	3 0	3; 1, 4.	Der vierte bläulich.
	4 30	3; 1; 2 = 4.	
10.	0 20	3; 1, 2; 4	
	1 25	3, 1, 2, 4	

Digitized by Google

	Sternzeit.	Trabanten.	Bemerkungen.
1836 Januar 10.	2^h 20′	3, 1, 2, 4	Geringer Unterschied. Der 3. am grössten, der 1. am kleinsten.
	0 20	3, 1, 2, 4	Desgleichen.
	5 0	3, 1, 2, 4	Ungewiss, wegen anfangender Trübung.
16.	2 0	3, 4; 1; 2	Sehr bestimmt.
	2 50	3, 4; 1, 2	
17.	1 0	3, 4 = 1 = 2	
19.	2 0	3; 4 = 1 = 2	Kein sicherer Unterschied der drei schwächeren.
	7 0	3; 4, 2 = 1	
	8 0	3; 4, 1, 2	
21.	3 45	3. 1, 2, 4	
	4 40	3. 1 = 2, 4	
	6 40	3. 2, 4	
22.	2 50	1 = 2, 4	
	4 0	2; 4	
	6 0	3, 2, 1; 4	Der 4.e heute sehr schwach.
25.	1 36	3; 1; 4	Der 2.d vor d. Scheibe sichtbar.
	3 25	3, 1; 4	
	5 10	3, 1, 2, 4.	Der 3. nur grösser, nicht heller
	12 0	3 = 1; 2, 4	als 1. Gegen 5^h standen der 1. u. 3. sehr nahe, u. eben so gegen 12^h. Beide Male erschien 1, mit 3 verglichen, bläulich u. intensiver als d. 3., der gelbl. u. grösser war.
26.	6 0	3; 1, 2; 4.	
Febr. 1.	5 30	3, 1, 4.	3. gelblich, 1. blau.
	7 0	3, 1; 2, 4.	
2.	3 0	3, 1, 4, 2	Sehr geringer Unterschied.
4.	4 30	3; 4 = 2, 1	
8.	3 0	3. 2 = 1; 4	3. ungemein hell.
	4 15	3. 1, 2; 4	1. nur beim nächsten Vorübergang um ein Geringes heller als 2.
	5 30	3; 1; 2; 4	
13.	4 15	3; 2; 1; 4	
	5 20	3; 2; 1; 4	
	7 10	3; 2; 4	
17.	4 30	3; 1; 4	
	6 30	3; 1; 4	
20.	5 0	3, 4, 2, 1	Kein sicherer Unterschied. Der 4.e ist merklich heller als gewöhnl.
22.	3 40	3; 1, 2, 4.	
26.	4 20	3; 2. 4.	
	5 25	3; 1 = 2; 4	2. grösser als 1, nicht heller.

Digitized by Google

1836 März 1.	Sternzeit.	Trabanten.	Bemerkungen
	5^h 25′	3; 2; 4	
	6 10	3, 1 = 2; 4	
	6 40	3, 1, 2; 4	Der 2. grösser, der 1. heller.
2.	7 30	3, 1; 2 = 4	
6.	5 15	3; 2, 1; 4	
	5 50	3; 2, 1; 4	
	7 20	3. 2 = 1; 4	Der 2. u. 1. nur 12″ von einander stehend. Zuweilen schien der 2. etwas heller, doch ungewiss.
12.	6 40	1, 2; 4	
19.	7 0	3 = 2 = 1; 4	3. vielleicht etwas heller.
20.	8 0	3; 1; 4	Bedeutender Unterschied.
April 7.	7 0	1, 2	Am Tage.
	8 40	3; 1 = 2; 4	
8.	8 35	3; 2; 4.	

Die Beobachtungen sind, wie man sieht, nicht zahlreich genug, um die Frage bestimmt zu entscheiden. Was den dritten betrifft, so stand dieser nie einem der übrigen nach, übertraf sie in den meisten Fällen und scheint überhaupt nur sehr geringen Wechseln unterworfen zu seyn, so dass sich über ihn nichts mit Bestimmtheit ergiebt. Der vierte zeigte viermal einen merklich stärkern Glanz, als gewöhnlich; am 7. Januar 2^h 30′—4^h 0′, wo er den ersten und zweiten übertraf; am 16. um 2^h 0′ und 2^h 50, wo dasselbe stattfand, und wo er bis zum 19. die gleiche Helligkeit, wie der erste und zweite behielt; am 4. Februar 4^h 30′, wo er dem zweiten gleich stand (was schon am 2. um 3^h 0′ stattgefunden hatte) und den ersten übertraf; endlich am 20. Februar 5^h 0′, wo er dem ersten und zweiten mindestens gleich, wo nicht höher, als diese stand. Die drei letzten Erscheinungen vereinigen sich sehr gut mit der synodischen Umlaufszeit, welche 16^d. 19^h. 12′ in Sternzeit beträgt; und alle zwischenliegenden Beobachtungen, wo der vierte stets die letzte Stelle einnimmt, vereinigen sich gleichfalls dahin, das Herschel'sche Resultat zu bestätigen; eine Ausnahme jedoch macht die Beobachtung am 7. Jan., wo der vierte gleichfalls heller gesehen wurde. Es ist indess zu bemerken, dass diese einzeln stehende Ausnahme in den Anfang der Reihe fällt und die Vergleichungen sehr schwierig sind, auch möglicherweise nicht sowohl der vierte absolut heller, sondern der erste und zweite ungewöhnlich dunkel erschienen. — Es bleiben noch der erste und zweite übrig, deren Umlaufszeiten dem rationalen Verhältniss 1 : 2 so nahe stehen, dass man einen mässigen Zeitraum hindurch den kleinen Unterschied vernachlässigen kann, wenn es sich nur um eine rohe Vergleichung handelt. Unter dieser Voraussetzung aber wird, wenn die Rotationszeiten den Umlaufszeiten gleich sind, nach Ablauf einer Revolution des zweiten Trabanten (85^h 32′ St.Z.) das Helligkeitsverhältniss des ersten und zweiten wieder dasselbe, wie vorhin, seyn müssen.

Gewöhnlich übertrifft der erste den zweiten an Glanz; zuweilen ist er ihm gleich, kann ihm aber auch nachstehen. Als die beste der Beobachtungen, wo letzteres stattfand, stellt sich die vom 13. Februar um 4^h 15′ und 5^h 20′ heraus, wo das Uebergewicht des zweiten sehr deutlich war. Geht man von dem Mittel beider Momente (Febr. 13 4^h 48′) als Epoche aus und mit der Periode $p = 85^h$ 32′ St.Z. nach vor- und rückwärts, so treffen wir auf den 20. um 5^h 0′ ($2p - 3^h$.), wo der zweite etwas heller ist; den 6. März 5^h 15′ ($6p + 15^h$.), wo dasselbe stattfindet, während zwei Stunden später bei einer sehr scharfen Vergleichung beide von gleichem Glanze gefunden werden; den 19. März um 7^h 0′ ($10p - 13^h$.), wo beide gleich sind, was auch am 1. März um

Digitized by Google

$6^h.\ 0'\ (5p - 10^h.)$ der Fall ist. Wir treffen ferner rückwärts auf den 26. Jan. $6^h.\ 0'\ (-5p + 3^h.)$ wo aber der zweite um ein Geringes kleiner ist; den 22. Jan. $6^h.\ 0'\ (-6p - 13^h.)$, wo der zweite schon etwas grösser ist, nachdem er drei Stunden vorher als gleich dem ersten notirt war; den 19. Jan. um $2^h.\ 0'$ und $7^h.\ 0'\ (-7p - 4^h.$ und $-7p + 1^h.)$, wo beide Trabanten gleich hell sind; während fast in allen Beobachtungen, die weiter vom Schluss einer vollen Periode abstehen, die Ordnung 1; 2 stattfindet, und nur einigemal Gleichheit notirt ist. So viel demnach diese Beobachtungen, deren Genauigkeit wir nur für eine mittelmässige halten können, zu schliessen gestatten, bestätigt sich das Herschel'sche Resultat in Beziehung auf den ersten, zweiten und vierten Jupiterstrabanten, während sich für den dritten nichts Sicheres daraus ergiebt.

Die bläuliche Farbe des vierten ist nicht blos am 9. Januar, sondern fast in jeder Beobachtung wahrgenommen, das Gegentheil niemals angemerkt worden. Eben so war meistens der dritte derjenige, der am stärksten in's Gelbe spielte, und der erste erschien, wenn er dem dritten sehr nahe stand, gewöhnlich bläulich im Vergleiche zu diesem; beim zweiten ist ein solcher Unterschied nie wahrgenommen worden.

Die Abplattung des Jupiterssphároids, welche früher von Cassini, Short, Pound u. a. zu $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{13}$ gemessen oder eigentlich wohl nur geschätzt worden war, ist bekanntlich von Arago auf $\frac{1}{17,7}$ bestimmt worden. So gewiss nun auch dieses Resultat nicht allein vor jenen früheren, sondern selbst vor dem späteren Hussey's ($\frac{1}{14}$) den Vorzug verdient, da letzterer nur wenige Beobachtungen angestellt und überdies die Phase nicht berücksichtigt hat, so ist gleichwohl eine erneuerte Untersuchung dieses Gegenstandes nicht ohne Interesse, besonders auch in Beziehung auf andere damit zusammenhängende Fragen.

Wir haben das Heliometer, worüber wir am Schlusse dieses Werkes einiges Nähere mittheilen werden, zu diesen Messungen angewandt, bis jetzt aber nur 15 Vergleichungen der beiden Durchmesser, und zwar sämmtlich nach der Opposition, erhalten. Wir lassen zuerst ein vollständiges Beispiel folgen:

1839 Juni 7.

Sternzeit $13^h.\ 48'$		$14^h.\ 0'$		$14^h.\ 15'$		$14^h.\ 24'$	
$69^R.,605$		$70^R.,989$		$70^R.,986$		$71^R.,025$	
	$71^R.,028$		$69^R.,624$		$69^R.,640$		$69^R.,603$
69 ,594		70 ,980		70 ,985		71 ,011	
	71 ,011		69 ,622		69 ,632		69 ,611
69 ,598		70 ,995		70 ,990		71 ,025	
	71 ,013		69 ,626		69 ,632		69 ,613
69 ,597		70 ,986		70 ,995		71 ,022	
	71 ,005		69 ,626		69 ,627		69 ,600
69 ,605		70 ,989		70 ,981		71 ,019	
	71 ,017		69 ,635		69 ,624		69 ,601
Aequatordurchmesser.		Polardurchmesser.		Polardurchmesser.		Aequatordurchmesser.	
Beobachter: Mädler.		Mädler.		Beer.		Beer.	

Digitized by Google

Diese Beobachtungen, paarweis verbunden, ergeben folgende doppelte Durchmesser:

1,420	1,365	1,346	1,422
417	358	353	400
415	369	358	412
408	360	368	422
412	354	357	418
1,4144	1,3612	1,3564	1,4148.

Der (unter Vorbehalt späterer genauerer Bestimmung) gegenwärtig angenommene Werth einer Schrauben-Revolution beträgt 56″,545, und wir erhalten also folgende (uncorrigirte) Durchmesser:

39″,989 38″,485 38″,350 40″,001.

Bringt man die wegen der Phase Jupiter's und der Refraction erforderlichen Correctionen an, und reducirt die Messung auf den mittlern Abstand Jupiter's (dessen log. = 0.71623), so erhält man als verbesserte Durchmesser:

37″,927 Aeq. 36″,308 Pol. 36″,184 Pol. 37″,940 Aeq.

folglich für die Abplattung

$$\log \frac{P}{A} = 9.98105 \qquad \log \frac{P}{A} = 9.97941$$

In ähnlicher Art sind folgende Resultate erhalten worden:

1839.		Messung.	Reducirte Durchmesser.		$\log \frac{P}{A}$	Beobachter.
			Aeq.	Pol.		
Mai 10.	8h. 40′ M.Z.	1,R.5100	38″,287	36″,177	9.97538	M.
	9 10	1, 4329				
12.	6 55	1, 5164	38 ,501	36 ,405	97569	M.
	7 16	1, 4370				
12.	9 33	1, 4938	37 ,928	36 ,036	97778	M.
	9 56	1, 4222				
12.	10 55	1, 5084	38 ,307	35 ,788	97046	B.
	11 16	1, 4120				
15.	10 27	1, 4798	37 ,866	35 ,858	97634	M.
	10 45	1, 4052				
Juni 1.	9 32	1, 4620	37 ,426	35 ,296	97456	B.
	9 43	1, 3844				
1.	9 50	1, 4414	38 ,589	36 ,608	97711	M.
	10 0	1, 3732				
5.	9 30	1, 4336	38 ,838	36 ,837	97704	M.
	10 2	1, 3669				
7.	8 41	1, 4114	37 ,927	36 ,308	98105	M.
	8 53	1, 3612				
7.	9 17	1, 4148	37 ,941	36 ,184	97941	B.
	9 8	1, 3564				
16.	9 10	1, 3691	38 ,318	36 ,910	98374	M.
	10 16	1, 3258				
16.	9 19	1, 3781	38 ,579	36 ,840	97997	B.
	9 51	1, 3234				
17.	8 48	1, 3738	38 ,578	36 ,878	98043	M.
	8 56	1, 3211				
17.	9 54	1, 3737	38 ,633	36 ,692	97761	B.
	10 4	1, 3136				
Juli 4.	10 0	1, 2533	37 ,786	36 ,079	97993	M.
	10 20	1, 2042				
Mittel			38″,234	36″,359	9.97776	

folglich A : P = 20,032 : 19,032 oder $\alpha = \frac{1}{20.032}$.

Digitized by Google

Für den mittlern Fehler des Mittels aus diesen 15 Bestimmungen erhält man 241 Einheiten der fünften Decimale von $\log \frac{P}{A}$, für den wahrscheinlichen also, nach der gewöhnlichen Voraussetzung, 163 Einheiten, wonach man Eins gegen Eins wetten kann, dass die Abplattung Jupiter's falle zwischen

$$\frac{1}{16.685} \text{ und } \frac{1}{21.598}$$

Wir werden diesem Gegenstande unsere fortgesetzte Aufmerksamkeit widmen und namentlich in den Oppositionen, so wie vor denselben, Messungen der beiden Durchmesser anstellen, da möglicherweise die von uns gesehene Lichtgrenze auf der Jupiterskugel von der aus dem Unterschiede der geocentrischen und heliocentrischen Oerter berechneten abweichen kann, wie dies bei Merkur und Venus wohl unzweifelhaft der Fall ist, und wie es auch selbst in der obigen Reihe durch die gegen Ende derselben bemerkte Zunahme des $\log \frac{P}{A}$ wahrscheinlich gemacht wird. In diesem Falle würde die von uns gefundene Abplattung etwas zu klein seyn.

Auffallend ist übrigens noch der Umstand, dass in der obigen Tabelle einem kleineren Aequatoreal-Durchmesser fast immer auch ein kleinerer Polar-Durchmesser entspricht, und dass dieses Verhältniss auch dann noch stattfindet, wenn man die Resultate jedes Beobachters abgesondert vergleicht. Dies dürfte wohl kaum anders, als durch eine Einwirkung der verschiedenen Durchsichtigkeit der Erdatmosphäre, zu erklären seyn.

Digitized by Google

VIII.

Mars.

Digitized by Google

Digitized by Google

Dieser Planet kann in seinen Oppositionen der Erde näher kommen, als irgend ein anderer, Venus ausgenommen, und berücksichtigt man die ungünstige Lage der letztern um die Zeit ihrer kleinsten Entfernung, so ist Mars für physische Beobachtungen unter allen Weltkörpern nächst dem Monde der geeignetste. Aber eben dieselben Verhältnisse bewirken zugleich, dass seine Oppositionen die seltensten sind, und die grosse Excentricität seiner Bahn veranlasst eine grosse Verschiedenheit des Abstandes in den einzelnen Oppositionen. Eine übersichtliche Zusammenstellung der seit 1828 eingetretenen wird dies deutlicher machen.

Zeit der Opposition.	*Rad. vector.*	Abst. v. d. Erde.	Scheinb. Durchm.
1828 Juni 30. 4^h 0′ M. Berl. Zeit	1,4327	0,4167	21″,6
1830 Sept. 19. 5 4 „ „ „	1,3911	0,3895	23 ,1
1832 Nov. 20. 3 11 „ „ „	1,4991	0,5118	17 ,6
1835 Jan. 2. 4 9 „ „ „	1,6037	0,6212	14 ,5
1837 Febr. 5. 15 40 „ „ „	1,6594	0,6741	13 ,3
1839 März 11. 19 21 „ „ „	1,6574	0,6638	13 ,5

Die vier nächstbevorstehenden werden, nach einer beiläufig geführten Rechnung, sich folgendermaassen gestalten:

1841 April 17.	1,596	0,591	15″,1
1843 Juni 5.	1,503	0,489	18 ,4
1845 August 17.	1,393	0,382	23 ,5
1847 Octbr. 30.	1,464	0,472	18 ,9.

Es darf also nicht Wunder nehmen, wenn in den günstigern Oppositionen Fernröhre von mittlern Dimensionen mehr leisten, als in den ungünstigeren weit grössere; und da zugleich, den Herschel'schen Rotationselementen zufolge, der höchste Sommer der Südhalbkugel mit dem Perihel sehr nahe zusammenfällt (beide liegen jetzt nur 15° von einander entfernt), so wird uns die Nordhalbkugel nie so genau bekannt werden können, als die südliche. Bezeichnet ♑ das Frühlingsäquinoctium der Südhalbkugel, so war die Stellung des Mars in Bezug auf seine Jahrszeiten in den bisher beobachteten Oppositionen die folgende:

1828 ♑ + 20°; vergleichbar dem 14. October der Erde
1830 ♑ + 98 „ „ 30. Decbr. „ „
1832 ♑ + 160 „ „ 1. März „ „

Digitized by Google

1835	♈	+	24°	; vergleichbar dem	14. April	der Erde
1837	♈	+	58	,, ,,	19. Mai	,, ,,
1839	♈	+	93	,, ,,	24. Juni	,, ,,

und sie wird in den nächstfolgenden seyn:

1841	♈	+	130	,, ,,	3. August	,, ,,
1843	♈	+	176	,, ,,	19. Septbr.	,, ,,
1845	♌	+	66	,, ,,	28. Novbr.	,, ,,
1847	♌	+	139	,, ,,	8. Februar	,, ,,

Bei der starken Neigung der Marsaxe gegen die Ekliptik (30° 18') wird überdies die Vergleichung des in verschiedenen Oppositionen Wahrgenommenen schwierig, und da wir es zugleich mit einem Planeten von sehr kleinem Durchmesser zu thun haben, so kann die Gesammtheit der Beobachtungen kein so günstiges Resultat ergeben, als man bei oberflächlicher Vergleichung vermuthen sollte.

Bei der Opposition von 1828 war die Aufstellung des Fernrohrs noch nicht so weit vorgerückt, um ihm die erforderliche feste Lage und sanfte Bewegung geben zu können: wir haben deshalb in dieser auch nicht mehr wahrgenommen, als den ziemlich grossen weissen Fleck am Südpole und ein unentwirrbares Gemisch von grauen Flecken auf der übrigen Kugel. Die Opposition von 1830 fand uns besser gerüstet: wir begannen die regelmässigen Beobachtungen am 10. September, setzten sie bei dem im Ganzen sehr günstigen Wetter bis zum 20. October so oft, als möglich, fort und machten auch noch am 5. und 10. November einige Vergleichungen. Die Hauptabsicht war eine genaue Bestimmung der Rotationsperiode, über welche bedeutend verschiedene Annahmen vorlagen. Herschel I. hatte aus seinen Beobachtungen von 1778 und 1780 eine Periode von 24ʰ 39′ 21″ abgeleitet, Huth in Mannheim ..... 24ʰ 43″ gefunden und die Kunowsky'schen Beobachtungen im Winter 1821—1822, bei denen übrigens die Zeit nur ganz beiläufig bekannt war, geben 24ʰ 36′ 40″. Bei der Herschel'schen war die Zahl der ganzen Rotationen zweifelhaft und überdies auf Aberration und Phase keine Rücksicht genommen: die beiden andern Zahlen sind nur Resultate Einer Opposition, ohne Anknüpfung an eine folgende. Es kam vor Allem darauf an, aus einer Opposition die Periode mit einem Grade von Genauigkeit abzuleiten, welcher die Zahl der bis zur nächsten Opposition ablaufenden ganzen Rotationen hinreichend zu versichern geeignet sey. Der mittlere Fehler des ersten Resultats dürfte also 30″ bis 40″ in Zeit nicht übersteigen, und dazu war nur in einer so grossen Erdnähe, als diesmal stattfand, gegründete Hoffnung vorhanden.

Der Strenge nach hätte mit dieser Untersuchung zugleich eine Prüfung der übrigen Rotationselemente verbunden werden müssen. Allein der Mangel eines Positionskreises, dem erst später abgeholfen ward, verhinderte uns daran und nöthigte, die Herschel'schen anzunehmen. Um jedoch die bei ihnen noch stattfindende Ungewissheit minder nachtheilig zu machen, wählten wir unter den sich hinreichend auszeichnenden Flecken denjenigen, der der scheinbaren Mitte am nächsten lag. Ein bedeutender Fehler der angenommenen Elemente hätte sich übrigens, wo nicht in der einen, doch in den folgenden Oppositionen durch Vergleichung mit jener verrathen müssen: allein alle unsere bisherigen Beobachtungen haben sich noch ganz gut mit ihnen vereinigen lassen.

Zugleich aber musste sich durch fortgesetzte Beobachtungen entscheiden, ob die Flecke, welche die Oberfläche des Mars darbietet, nach Form, Grösse und Farbe veränderlich oder nicht, ob ihnen eine eigne Bewegung zukomme, ob man sie demzufolge für wolkenähnliche Verdichtungen und Trübungen oder für constante Oberflächentheile anzusehen habe. Frühere Beobachter hatten bereits wichtige Data geliefert. Schon Maraldi in Paris hatte 1716 den weissen Fleck am nördlichen Rande des Mars wahrgenommen, dessen fast alle späteren Beobachter erwähnen. Dieser Fleck hatte sich auch am Südrande des Planeten gezeigt, und einige Male waren sogar beide

Digitized by Google

Flecke gleichzeitig sichtbar gewesen. Noch bevor die Untersuchungen des ältern Herschel den Polen des Mars ihren Ort im Centro dieser Flecke angewiesen hatten, war man bereits auf den Gedanken gekommen, dass hier eine Schneebedeckung, wie bei den Erdpolen, stattfinde. Einige hatten zu bemerken geglaubt, dass diese Flecke wie kleine Knöpfe über den mittlern Rand des Planeten gleichsam hinausträten, was Andere mit grosser Wahrscheinlichkeit dem stärkern Glanze derselben beimaassen. Die meisten Beobachter hielten auch die übrigen Flecke für veränderlich, wogegen sich indess Herr Justizrath Kunowsky zu Berlin für die Constanz derselben aussprach. Schröter erwähnt häufig seiner Marsbeobachtungen, spricht sich gegen die von Herschel wahrgenommene Abplattung des Planeten von $\frac{1}{15}$ aus, und folgert, dass sie, wenn überhaupt vorhanden, nicht über $\frac{1}{32}$ betragen könne. Doch ist sein nachgelassenes Werk über den Mars (Areographische Fragmente), das, der Ankündigung nach, 224 Zeichnungen enthalten sollte, nie erschienen. Mehrere Beobachter erwähnen eines besondern hellen Glanzes der Ost- und Westränder, welches den Anschein darbiete, als sey die Kugel hier noch besonders mit schmalen Menisken eingefasst: andere hatten keine Spur davon wahrgenommen. Die Widersprüche zwischen dem, was die verschiedenen Instrumente den Beobachtern gezeigt haben, oder wenn man lieber will, die im Laufe der Zeit eingetretenen physischen Veränderungen, waren mithin sehr bedeutend.

Zwischen dem 10. September und 20. October benutzten wir 17 mehr oder minder günstige Nächte, in denen uns alle bei dieser Opposition überhaupt sichtbaren Seiten des Mars wiederholt zu Gesicht kamen. 35 Zeichnungen seiner Scheibe wurden erhalten; die 24 besseren derselben sind in den Astr. Nachrichten Bd. VIII. № 192 mitgetheilt. Das Mikrometer anzuwenden, zeigte sich nicht rathsam; es hätte bei der Schwäche der gesehenen Flecke doch kein eigentliches Messen stattfinden können, und eine Schätzung nach Durchmessertheilen der Scheibe schien um so mehr Sicherheit zu versprechen, als der weisse Fleck am Südpole, der sich vom Anfange an sehr kenntlich zeigte, zur Bestimmung eines die Scheibe halbirenden Meridians gut geeignet war. Es verging meistens einige Zeit, ehe sich die unbestimmt verwaschene Fleckenmasse, die anfangs gesehen ward, in erkennbaren Formen auflöste. Die Zeichnung ist unmittelbar vor dem Fernrohre selbst ausgeführt: es wurden die Coordinaten der deutlichsten Puncte, wie oben erwähnt, durch Schätzung bestimmt und graphisch niedergelegt, das übrige Detail aber hernach gezeichnet.

Ein kleiner, aber beträchtlich schwarzer Fleck a zeichnete sich durch gute Begrenzung vor allen übrigen gleich in der ersten Beobachtung so aus und lag dem muthmaasslichen Aequator so nahe, dass wir ihn als Normalfleck bei Bestimmung der Rotation wählen zu müssen glaubten; er stand um $9^h.$ 30′ nur etwa 7° im Bogen der Marskugel von dem mittlern Meridian entfernt. Am 14. sahen wir ihn von $10^h.$ bis $15^h.$ 15′ aus der östlichen Hemisphäre bis in die Nähe des Westrandes rücken; es wurden 5 Zeichnungen genommen. Am 15. war er um $8^h.$ 50′ noch nicht zu sehen, wohl aber um $13^h.$ 15′. Am 16. um $9^h.$ ebenfalls noch nicht, dagegen um 12^h sehr deutlich. Jetzt konnte die Rotationsperiode vorläufig abgeleitet werden: es war ersichtlich, dass er am 19. und den folgenden Abenden bis zur Mitte Octobers abgewandt bleiben, d. h. in den zur Beobachtung bequemen Nachtstunden nicht werde beobachtet werden können. Am 19. zeigten sich, bei vortrefflicher Deutlichkeit des Bildes, zwei rothe (auf der Zeichnung durch Puncte begrenzte) Stellen, ähnlich einem schönen Abendroth unserer Erde. Sie waren schon eine Stunde darauf schwächer, und wurden später zwar zuweilen als helle, aber nie wieder deutlich als rothe Stellen wahrgenommen. Auch zeigte sich (um $10^h.$ 6′) ein kleiner schwach dunkler Fleck g neben der Spitze f, der später nicht wieder gesehen wurde. Wahrscheinlich ward seine Sichtbarkeit durch die grosse Heiterkeit der Luft begünstigt; oder er erschien, aber vereinigt mit f, da die Trennung beider äusserst schwer wahrzunehmen war.

Digitized by Google

In den Beobachtungen vom 26. September bis 5. October zeigten sich mehrere Flecke von bedeutender Schwärze, zonenartig über die Scheibe hin sich erstreckend, besonders auf der Nordseite sehr scharf begrenzt, und mit dem dort gänzlich fleckenfreien, im hellen Licht glänzenden Raume sehr scharf contrastirend. Ein Durchbruch dieser Flecke bei m war deutlich und breit an der Nordseite, dagegen an der südlichen so schmal, dass er nur mit vieler Mühe gesehen ward. Der Fleck p m war besonders an seinem westlichen abgerundeten Ende p sehr schwarz. Zwischen ihm und dem weissen Südpolflecke zeigte sich fortwährend ein breiter, aber matter Streifen q. Vom 5. bis 12. October vereitelten Wolken die Beobachtung. Am 13. erblickten wir zuerst wieder einen kleinen dunklen Fleck nahe am Westrande und vergewisserten uns am 14. um 7^h 37′, dass es der Fleck a der ersten Beobachtung sey. Jetzt kam es darauf an, in den nächsten heitern Abenden seinen Durchgang durch die Mitte mit möglichster Schärfe wahrzunehmen. Dies gelang am 19. und 20. bei ausgezeichnet heitrer Luft. Mit Berücksichtigung der Phase des Mars wurden für den Fleck a folgende Mittelpuncts-Coordinaten durch Schätzung erhalten, wobei der Radius der Scheibe als Einheit gesetzt ist:

October 19.	8^h 4′	$x = -0{,}30$;	$y = +0{,}25$
	8 13	$-0{,}2$	$+0{,}2$
	8 53	0,0	$+0{,}28$
	10 20	$+0{,}40$	$+0{,}22$.

Die Beobachtungen 1), 2) und 4) dienen hier nur als Bestätigungen, und 8^h 53′ wird als Resultat angenommen:

October 20.	7^h 52	$-0{,}6$	$+0{,}15$
	8 20	$-0{,}5$	$+0{,}15$
	8 40	$-0{,}33$	$+0{,}2$
	9 30	$-0{,}05$	$+0{,}3$
	9 48	$+0{,}05$	$+0{,}3$
	10 20	$+0{,}25$	$+0{,}25$.

Hierbei muss die Phase (0,08) berücksichtigt werden, da bei der Abschätzung dies nicht geschehen ist. Mit Weglassung der wenig sichern 1. und 2. erhält man für den Durchgang des Flecks durch die Mitte:

October 20. 9^h 34′

Die Phase hatte sich seit dem 13. October bemerklich gemacht, und Mars hatte nun schon eine etwas längliche Gestalt. Sie betrug an diesem Tage, der Rechnung nach, 0,06 des Radius.

In ähnlicher Art konnten jetzt die Beobachtungen des 10., 14. und 16. Septembers reducirt werden, da eine vorläufige Rechnung die Periode mit hinreichender Schärfe gab; und nun fand sich:

	aus September 10. und 14.	(4 Rot.)	24^h 34′ 5″
1)	14. und 16.	(2 Rot.)	24 45
	10. und 16.	(6 Rot.)	24^h 37′ 51″

Ferner:

	September 10. und October 14.		(33 R.)	24^h 36′ 15″
2)	14. „ „	14.	(29 R.)	24 36 28
	16. „ „	14.	(27 R.)	24 35 54
				24^h 36′ 12″,4.

Digitized by Google

	10. September und 19. October (38 R.)	24h	37′	7″
3)	14. „ „ 19. „ (34 R.)	24	37	25
	16. „ „ 19. „ (32 R.)	24	36	54
		24h	37′	8″,7
	10. September und 20. October (39 R.)	24h	37′	13″
4)	14. „ „ 20. „ (35 R.)	24	37	30
	16. „ „ 20. „ (34 R.)	24	37	0
		24h	37′	14″,3.

Die Vergleichungen 1) können nur als vorläufige Approximation gelten. Bei 2) ist der Umstand nachtheilig, dass am 14. October nur eine Beobachtung und in beträchtlicher Entfernung von der Mitte erhalten worden war. Dagegen waren die Mittel für 3) und 4) so gut verbürgt, als es den Umständen nach irgend möglich war. Lässt man diese ausschliesslich gelten, so ergiebt sich für die Periode

$$24^h\ 37'\ 11'',5$$

Hieran muss, der Strenge nach, noch eine Verbesserung wegen der Aberration angebracht werden, da Mars in den October-Beobachtungen weiter von der Erde entfernt war, als im September. Sie beträgt — 1″,6 und das definitive Resultat dieser Opposition ist daher:

$$24^h\ 37'\ 9'',9.$$

Durch einen zweiten Fleck d, der am 14. September und 12. October mit ziemlicher Schärfe beobachtet werden konnte, ergab sich

$$27\ \text{Rot.} \ldots\ 24^h\ 36'\ 1'';$$

was aber ebenfalls nur als allgemeine Bestätigung des obigen Resultats gelten kann.

Eine Uebersicht der einzelnen Angaben zeigt, dass das Resultat innerhalb einer halben Minute verbürgt werden kann.. Die Ungewissheit wird demnach bis zur nächsten Opposition in *circa* 720 Rotationen nicht über 6 Stunden anwachsen, und man wird in der Zahl der ganzen Rotationen nicht Gefahr laufen, um eine Einheit zu irren.

Ein Anschluss an die 9 Jahr alten Kunowsky'schen Beobachtungen, in welchen derselbe Fleck deutlich vorkommt, ist dagegen nicht mit Sicherheit möglich, da die Grenzen der Ungewissheit viermal enger seyn müssten, als oben angegeben, um gegen Irrthum gedeckt zu seyn. Dagegen bestätigen diese Beobachtungen die Constanz der gesehenen Flecke, wenigstens für a und den schlangenförmigen von a nach e zu gekrümmten Bogen sehr augenfällig. Die weiter gegen Süden zu liegenden Flecke konnten damals theils gar nicht, theils nur in sehr ungünstiger Lage zu Gesicht kommen, und dagegen nach Norden zu andere, 1830 unsichtbare, beobachtet werden. Jener Normalfleck hingegen hatte sich vom November 1821 bis März 1822, und diesmal wieder vom 10. September bis 20. October 1830 identisch gezeigt, er war demnach kein Analogon unserer Wolken.

Uebrigens kann, besonders wenn man den Planeten zum ersten Male und nicht häufig wiederholt beobachtet, leicht eine für physisch gehaltene Veränderlichkeit dieser Flecke wahrgenommen werden. Der atmosphärische Zustand der Erde und vielleicht auch des Mars ist mehr oder minder günstig; Schätzungs- und Zeichnungsfehler, klein an sich selbst, aber bedeutend in Beziehung auf den Gegenstand, sind unvermeidlich; ein dem Rande sich nähernder Fleck verschwindet früher, als er diesen erreichen sollte (was, wie bei Jupiter, wahrscheinlich Folge der Atmosphäre des Planeten ist); endlich ist die Gelegenheit nicht häufig, in dergleichen Opposition genau dieselbe Seite des Planeten wieder zu erblicken, die früher der Erde zugewendet war. Ueberdies

Digitized by Google

zeigt die oben gegebene Zusammenstellung, dass Mars der Erde nur sehr selten so nahe kommt, als 1830, und in grösseren Entfernungen sind so starke Vergrösserungen und eine so grosse optische Schärfe des Fernrohrs nothwendig, als den frühern Beobachtern wohl grösstentheils nicht zu Gebote standen.

Der weisse Fleck am Südpole hatte sich in jeder Beobachtung, auch bei weniger günstigen atmosphärischen Umständen, deutlich gezeigt; seine Grösse war aber sehr veränderlich. Schon am 31. August war er bei einer nur oberflächlichen Beobachtung $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ des Marsdurchmessers geschätzt worden. Am 10. September ergab die Schätzung (in der Richtung von O. nach W.) $\frac{1}{10}$, am 15. September $\frac{1}{16}$, am 2. October $\frac{1}{14}$, am 5. $\frac{1}{20}$ und am 20. October $\frac{1}{14}$. Lässt man $\frac{1}{8}$ für den 31. August gelten, so erhält man für die genannten Tage, welche, der Jahrszeit nach, den Juni- und Julitagen unserer Nordhalbkugel entsprechen, folgende Grenzen für den weissen Fleck, wenn man den Pol in seine Mitte setzt:

31. August	83°	37′	Breite;	entsprechend	dem	16. Juni	der Erde	
10. Septbr.	84	15	„	„	„	23. Juni	„	„
15. Septbr.	86	25	„	„	„	26. Juni	„	„
2. Octbr.	86	50	„	„	„	7. Juli	„	„
5. Octbr.	87	7	„	„	„	9. Juli	„	„
20. Octbr.	85	59	„	„	„	19. Juli	„	„

d. h. die Grenzen zogen sich bis zu einer der Mitte unsers Juli entsprechenden Mars-Jahrszeit enger zusammen und fingen von da ab an, sich wieder allmälig zu erweitern: ein Verhalten, wodurch die Hypothese einer wirklichen Schneebedeckung der Marspole bedeutend unterstützt wird. Auch geben fast alle Beobachter die Grösse dieses Flecks veränderlich an, und er ist, wenn er weiter vom Maximo der Erwärmung abstand, bedeutend grösser, als 1830 gesehen worden.

Die Nordhalbkugel des Planeten, so weit sie diesmal sichtbar war, zeigte dagegen keine Spur eines weissen Flecks, obgleich sie sich damals mitten in ihrem Winter befand. Die starke Neigung der Marsaxe erklärt dies und erhält zugleich dadurch eine indirecte Bestätigung.

Unter Zugrundelegung dieser Neigung und der Länge des Marsnordpols, wie Herschel sie angegeben, und in Verbindung mit der gefundenen Rotation und den aus Encke's Ephemeride interpolirten Marsörtern konnte nun die Länge und Breite der gesehenen Flecke areographisch berechnet werden: der durch a gehende Meridian ist dabei als erster angenommen. Freilich wird man bei diesen Bestimmungen keine grössere Genauigkeit, als bis auf 3° bis 5° in Länge oder Breite, erwarten dürfen, denn selbst auf der Marsmitte erschien ein Grad der Kugel geocentrisch nur 0″,8. Die Abweichungen der einzelnen Beobachtungen vom Mittel gehen in günstigen Fällen bis 5°, einige Male 6° bis 8°; nur ein in 62° Br. liegender weicht 19° in Länge ab. Es fand sich:

a	aus 8	Beobacht.	0° L.	— 7° Br.
e	„ 8	„	33,3	— 19,4
f	„ 3	„	76	+ 11
o	„ 3	„	97	— 3,7
h	„ 1	„	98	— 43
q	„ 5	„	121	— 62
n	„ 8	„	123,4	— 5
m	„ 8	„	126	— 32
	„ 5	„	164	— 27,4

Digitized by Google

r	aus 4	Beobacht.	177° L.	— 23° Br.
p	„ 3	„	236,5	— 40
d	„ 4	„	269	— 26,5
v	„ 2	„	336	+ 26,5
c	„ 2	„	347	+ 8.

In der beifolgenden Zeichnung der beiden Marshalbkugeln sind diese Flecke angegeben, so wie die übrigen, welche die weiterhin zu erwähnenden spätern Oppositionen kennen gelehrt hatten. Es möge hier noch eine Uebersicht unserer Beobachtungen und derjenigen Daten folgen, welche den Rechnungen und Zeichnungen zum Grunde liegen.

Nummer der Beobachtung.	Nummer der Zeichnung.	Mittlere Berl. Zeit.			Vergrösserung.	Areocentr. Länge des Flecks a.		Areograph. Länge des die Mitte bezeichnenden Meridians.		Bemerkungen.
1	1	Sept. 10.	9h.	30′	300	174°	25′	6°	37′	Heiter.
2	2	14.	10	—	185	145	15	34	42	Etwas dunstig. Ränder wallend.
3	3	14.	11	—	185	159	53	20	3	Heiter.
4	4	14.	12	—	185	174	30	5	26	Die Trennung von a und b zuerst mit Gewissheit wahrgenommen.
5	5	14.	13	—	185	189	7	350	48	
6	6	14.	15	15	185	222	2	317	52	Mars tief, schon zitternd.
7	7	15.	8	30	185	119	11	60	30	
8		15.	13	15	185	183	46	355	52	
9		16.	9	—	300	112	36	66	48	Heiter. Fast ganz wie 7.
10		16.	12	—	400	156	28	22	54	
11	8	19.	10	6	300	101	23	77	9	Sehr heiter.
12	9	19.	11	55	300	127	57	50	33	Wallende Ränder.
13	10	24.	9	14	300	43	23	133	45	Durchbruch bei m vermuthet.
14	11	24.	10	38	400	63	51	113	16	Durchbruch bei m deutlich.
15	12	24.	11	41	300	79	12	97	54	
16		26.	9	48	300	33	38	142	57	
17		26.	11	4	300	52	9	124	25	p stets deutlich begrenzt, selbst
18	13	27.	9	14	300	16	5	160	15	nahe am Rande.
19	14	27.	10	30	300	34	36	141	43	
20		28.	10	46	400	29	29	146	34	
21	15	Octbr. 1.	9	10	300	339	5	196	16	Grosse Deutlichkeit. In der nördl.
22		1.	11	7	300	7	33	167	47	Halbkugel, so weit sie sichtbar,
23	16	1.	11	45	550	17	4	158	15	keine Spur von Flecken.
24	17	2.	11	15	300	0	19	174	47	
25	18	5.	8	15	185	288	17	246	14	Etwas undeutlich. Starker Wind.
26		12.	8	50	185	234	28	298	57	
27		12.	10	50	185	263	42	269	43	Unruhige Luft. d deutlich.
28		12.	11	—	300	266	8	267	17	
29	19	13.	8	23	300	218	37	314	42	
30	20	13.	10	28	300	249	5	284	13	
31	21	14.	7	37	300	198	23	334	50	Kurze Zeit heiter.
32		19.	8	4	185	159	38	13	18	
33	22	19.	8	13	300	162	19	10	36	
34	23	20.	7	52	400	148	4	24	51	Sehr heiter; grosse Deutlichkeit.
35	24	20.	10	20	300	184	8	348	47	

Digitized by Google

Die Opposition von 1832 traf mit einer so anhaltend ungünstigen Witterung zusammen, und die beträchtlich grössere Entfernung des Planeten wirkte schon so nachtheilig ein, dass nur wenige und unvollkommene Beobachtungen erhalten werden konnten. Von 16 Versuchen, das Detail der Scheibe abzuzeichnen, gelangen nur 4 so, dass sie denen von 1830 an die Seite gesetzt werden können, und namentlich ward der Normalfleck a, auf den zwei Jahre vorher die Hauptresultate basirt worden waren, nur einmal, und ziemlich weit von der Mitte entfernt, beobachtet (Dec. 16).

Dennoch halten wir diese wenigen Wahrnehmungen für hinreichend, um überzeugt zu seyn, dass keiner der deutlich sichtbaren Flecke seit 1830 seine Lage geändert hat. Völlig deutlich war dies bei den drei Hauptflecken, unter denen p m öfters beobachtet werden konnte, und bei dem schwachen Streifen q. Dieser lag übrigens dem diesmaligen Südrande schon so nahe, dass er nur mit grosser Schwierigkeit gesehen wurde, und die dem Pole noch näher liegenden und auf den Zeichnungen von 1830 enthaltenen konnten, aus leicht begreiflichen Gründen, diesmal nicht zu Gesichte kommen. Der Südpol lag, den Herschel'schen Elementen zufolge, am 20. Nov. nur 10° diesseits des scheinbaren Randes, und so ward auch das weisse Licht desselben, das 1830 in so schöner Deutlichkeit erschien, nur schwach, ja überhaupt nur zweimal (Nov. 20. 9^h und Nov. 23. 8^h. 14′) mit Gewissheit gesehen: an allen übrigen Abenden blieb es theils ungewiss, theils erschien es gar nicht. Auf der nördlichen Halbkugel, etwa 180° bis 230° L. und 0° bis 35° NB., zeigte sich wiederholt ein schwacher, breiter, gegen p r concaver Streifen; doch war nur sein nördliches Ende recht deutlich. Zwischen ihm und p r schimmerte häufig Roth. Ueberhaupt schien das Licht der Nordhalbkugel in dem fleckenfrei gezeichneten Theile nicht ganz so rein und gleichförmig zu seyn, als vor 2 Jahren. Von einem weissen Lichte in der Umgegend des Nordpols (dieser selbst war natürlich abgewandt) war keine Spur.

Diese Beobachtungen, unter sich selbst verglichen, können über die Rotationsperiode nichts entscheiden. Verbindet man sie aber mit denen von 1830, so kann der damals für die Rotationsperiode gefundene Werth verbessert werden.

Bezeichne m den Meridian der Marskugel, welcher zur Zeit der Beobachtung, unter Voraussetzung der 1830 gefundenen Rotation (24^h. 37′ 9″,9) durch die Mitte gehen musste; m′ den, welcher die Beobachtung ergab, $\triangle t$ die Verbesserung in Zeitsecunden und a das Product der Rotationsbewegung in 1″ Zeit mit der Zahl der seit 1830 Oct. 20. 10^h. verflossenen ganzen Rotationen, so hat man die Gleichung

$$m' - m = a \cdot \triangle t;$$

und nun ergeben fünf Abende, an denen 15 Beobachtungen angestellt worden, die Werthe von m′, m und a folgendermaasen:

		m′	m	a	
Septbr. 24.	16. 40	285°	244° 48′	2° 47′	$\triangle t = + 14''.5$.
	17. 25	275	233 50	2 47	
Novbr. 17.	8. 37	160	114 44	3 0	$\triangle t = + 15''.3$
	9. 48	144	97 25	3 0	
Novbr. 20.	7 2	187	164 0	3 1	$\triangle t = + 11''.7$
	8 53	177	136 54	3 1	
	11 20	140	101 3	3 1	
	15 36	78	38 37	3 1	
Novbr. 23.	5 40	220	210 6	3 2	$\triangle t = + 2''.8$.
	8 18	180	171 32	3 2	
	10 14	150	143 14	3 2	

Digitized by Google

Decbr. 16.	6	39	88	39	56	3	7
	7	45	60	22	9	3	7
	8	55	45	5	4	3	7
	11	4	22	333	57	3	7

$\Delta t = + 13'',7.$

Man erhält als Mittel $\Delta t = + 11'',6$, oder mit Ausschluss der stärker abweichenden Beobachtungen vom 23. Nov. $\Delta t = + 13'',8$. Die Rotationsperiode ist hiernach $24^h.\ 37'\ 21'',5$ ($23'',7$). Die Zahl der ganzen Umdrehungen von 1830 Oct. 20. 10^h bis 1832 Nov. 17 14^h ist $= 740$.

Die Opposition von $183\frac{1}{2}$ gab unter allen, die wir beobachteten, die geringste Ausbeute in physischer Beziehung, da keine einzige völlig heitere Nacht eintrat, welche geeignet gewesen wäre, die grosse Entfernung des Planeten zu compensiren. Der Fleck a ward gar nicht gesehen, und von allen übrigen erschien nur f einmal (am 12. März 1835) in so weit deutlich, dass, in Verbindung mit den Beobachtungen von 1830, eine Bedingungsgleichung

$$0 = 6° 21',3\ \Delta t + 22° 51',3$$

wobei $t_0 = 24^h.\ 37'\ 24''$, abgeleitet werden konnte. Die hierdurch erhaltene Rotationsperiode ist $24^h.\ 37'\ 20'',4$.

Von weissen Flecken an den Polen war nichts mit Bestimmtheit wahrzunehmen; neue, noch nicht gesehene Flecke erschienen nicht, und in den ältern ward, so weit dies beobachtet werden konnte, keine Veränderung bemerkt.

Die Opposition von 1837 wurde, wie die beiden vorhergehenden, durch die Witterung sehr wenig begünstigt, und da noch überdies die Entfernung des Mars diesmal ein Maximum (für Oppositionen) erreichte, so würden die Resultate unsrer Beobachtungen sehr unbedeutend gewesen seyn, wenn sie nicht durch den Mitgebrauch des 1834 aufgestellten grossen Refractors der Königl. Sternwarte unterstützt worden wären. Dieses in allen seinen Dimensionen dem Dorpater völlig gleiche Instrument gestattet eine mindestens doppelt so starke Vergrösserung und gewährt sechsmal mehr Licht, als das unsrige; es ist ihm zugleich durch ein sehr zweckmässig construirtes Uhrwerk eine Bewegung mitgetheilt, wodurch es ohne Zuthun des Beobachters dem Laufe der Gestirne folgt. Vom 12. Januar bis 22. März erhielten wir in 15 theilweise heitern Nächten 32 Zeichnungen, die uns indess hauptsächlich nur die Nordhalbkugel kennen lehren, und auch diese mit weit weniger Detail, als für die Südhalbkugel 1830 erhalten wurde. In allen Beobachtungen, ohne Ausnahme, war der weisse Nordpolfleck mit einer Deutlichkeit sichtbar, wie wir uns den des Südpols nie gesehen zu haben erinnern; zugleich war er beträchtlich grösser, als jener 1830, und erschien, besonders im Januar und Febr. so scharf gegen den übrigen Theil der Kugel abgesetzt, dass der erste Anblick glauben machen konnte, es bedecke ein Planet den andern an dieser Stelle. Ein dunkler Fleck von ungleicher Intensität und Breite umgab diese weisse Zone ringsherum; alle übrigen Flecken der Nordhalbkugel schienen dagegen sehr matt und unbestimmt begrenzt; auch durchaus nicht denen der Südhalbkugel zu vergleichen, von denen diesmal wenige recht zu Gesichte kamen. Dass dieser Unterschied nicht etwa vorzugsweise der allerdings sehr schlechten, nicht ein einziges Mal ganz heitern Luftbeschaffenheit zuzuschreiben sey, davon überzeugten wir uns durch den Gegensatz mit den zum Theil sichtbaren südlichen Flecken, deren Schwärze nahe dieselbe wie 1830 war.

Es bestätigt sich hiernach im Allgemeinen, was wir schon in jener Opposition über die verhältnissmässig grössere Lichtstärke und geringere Unterbrechung der Continuität in der nördlichen Halbkugel des Mars wahrgenommen haben, so wie sich überhaupt die Constanz der damals und in den beiden folgenden Oppositionen beobachteten Flecke auch diesmal so weit bewährt hat, als es bei der verschiedenen Lage der Erde gegen die Marsaxe, der grössern Entfernung und andern Umständen erwartet werden konnte. Wenn die Ausdehnung des 1830 gesehenen weissen Südpolfleckes nicht 1837 beträchtlich grösser, als damals war, so konnte diesmal nichts von ihm zu

Digitized by Google

Gesichte kommen. Denn der Punct des Marsrandes, welcher dem abgewendeten Pole zunächst lag, hatte am 5. Februar 76° SB.; und 1830 erstreckte er sich, nach obigen Beobachtungen, nie weiter als bis 83°,6 Dennoch war in einigen Beobachtungen, am 7. März 9^h 25′ Sternzeit, am 18. März 7^h 40′, vielleicht auch am 7. Februar, eine zwar schwache, doch sichere Spur eines weissen Südpolflecks sichtbar. Nimmt man die geocentrische Breite des gesehenen weissen Schimmers geocentrisch zu ½″ an, so würde folgen, dass sich das weisse Licht der Südzone bis zu 55° Br. erstreckt habe. Mag dieses Resultat auch auf 5 und mehrere Grade unsicher seyn, so folgt doch jedenfalls, dass die wahre Grösse des Südpolflecks im Februar und März 1837 die vom September und October 1830 vielmal übertroffen habe.

Der Nordpolfleck erschien in der ersten Beobachtung am 12. Januar (auf der Königl. Sternwarte) so scharf begrenzt, dass seine Ausdehnung mit ziemlicher Sicherheit geschätzt werden konnte; sie betrug längs des Marsrandes 0,27 des Planetendurchmessers und die Breite 0,13. Die erstere Angabe führt auf einen Halbmesser von 15°,7 der Marskugel, oder auf eine nördliche Breite seines Randes von 74°,3; die zweite, unter Voraussetzung der Herschel'schen Rotationselemente und bei der Annahme, der Pol habe die Mitte des kreisförmigen Flecks eingenommen, auf eine nördliche Breite von 78°,7, da der Nordpol 18° 13′ einwärts gerückt war. Die erste dieser Angaben hat indess mindestens das doppelte Gewicht der zweiten; jedenfalls erhellt hieraus, dass der Nordpolfleck in der Opposition von 1837 beträchtlich grösser war, als der Südpolfleck von 1830, und bedeutend kleiner, als der Südpolfleck von 1837. Seine Ausdehnung schien bei den nachfolgenden Beobachtungen, doch nicht erheblich, in Abnahme begriffen zu seyn: sicherer ist die Wahrnehmung, dass die Schärfe seiner Begrenzung sich nach der Opposition verminderte.

Es lag in unserm Plane, den Positionswinkel des weissen Flecks wiederholt mikrometrisch zu messen, um die erforderlichen Data zu einer directen Prüfung der Axenstellung des Mars zu erhalten. Die ungünstige Witterung hat diese Absicht grösstentheils vereitelt. Die wenigen gelungenen Messungen ergeben nur, dass die etwanige Excentricität des Polarflecks jedenfalls nur gering seyn könne. Fällt nämlich der wahre Mittelpunct des als kreisförmig angenommenen Flecks nicht mit dem Pole zusammen, sondern entfernt sich von ihm um den Bogen i, so muss, wenn C den Positionswinkel des Poles für eine gegebene Nacht bezeichnet, die Mitte des Flecks innerhalb einer Rotationsperiode zweimal alle zwischen den Grenzen C ± i fallenden Lagen einnehmen. Es wurden nun folgende Beobachtungen erhalten:

1837 Februar 10.	7^h	51′	M. B. Z.	+ 4°	50′	
	8	52		6	22	
	10	25		7	0	
	15	49		1	30	sehr schwierig
11.	7	28		3	20	
	8	45		4	22	
12.	9	16		5	27	
	10	17		6	46	
	17	39		3	46	
18.	11	36		4	0	kurz vor der Bedeckung, die durch Nebel vereitelt ward.
22.	10	7		1	18	
	11	26		0	14	
28.	6	44		2	1	
März 7.	8	12		4	3	

Digitized by Google

1837 März 7.	8h 53′	3° 47′
	10 28	0 40
10.	7 17	4 32.

Die nahe Uebereinstimmung dieser Winkel, die wohl kaum auf $1\frac{1}{2}°$ zu verbürgen sind (jede einzelne ist das Mittel aus vier Einstellungen und Ablesungen, in denen Differenzen von 2° bis 3° vorkommen), und bei denen auch noch die Veränderungen von C berücksichtigt werden müssten, führt auf das Resultat, dass i nicht wohl über 4° steigen könne, und dass es überhaupt zu seiner Bestimmung mehr und besserer Beobachtungen bedürfe, als die diesmal von uns erhaltenen. Bei der Reduction der einzelnen Zeichnungen trugen wir demnach kein Bedenken, i = Null zu setzen. Unbemerkt können wir indess den Umstand nicht lassen, dass in den wenigen Beobachtungen, wo eine Spur des Südpolflecks wahrgenommen wurde, diese dem Nordpolflecke nicht gerade gegenüber stand, sondern am 7. Febr. 16h 14′ um etwa 12°, um 18h 16′ aber 8° nach Osten, am 7. März 10h 34′ etwa 5° nach Osten, endlich am 18. März 7h 56′ um 3° bis 5° nach Westen von dem Puncte abwich, welcher dem Nordpolflecke entgegengesetzt war.

Die Uebereinstimmung in der gegenseitigen Lage derjenigen Flecke, welche 1830 und 1837 erschienen, zeigt sich befriedigend; dass nur wenige verglichen werden konnten, ist bereits erwähnt. Die Herschel'schen Rotationselemente bewährten sich im Allgemeinen auch diesmal.

Von den 1830 beobachteten deutlicheren Flecken der Südhalbkugel war nur einer, mit pm bezeichnet, sicher wieder zu erkennen. Wir sahen ihn zuerst am 7. Febr. um 16h 4′ (Fig. 11) deutlich, ferner am 28. Febr. um 6h 49′ (Fig. 22) und in 3 Beobachtungen in der Nacht des 7. März (Fig. 23, 25); endlich noch, nur weniger bestimmt, am 10. März von 7h 7′ bis 9h 22′ und am 11. März um 8h 22′ (Fig. 28a). Die areographische Breite des westl. Endes p ergab sich aus 11 Beobachtungen = + 43° 29′; im Jahre 1830 war sie zwischen 39° und 42° aus 3 Beobachtungen gefunden worden und sowohl dies als die Uebereinstimmung der Figur sprechen für die Identität beider. Ein Versuch, die diesmal beobachtete Länge an die von 1830 anzuknüpfen, ergab 24h 37′ 29″,0; zwar hinreichend, um die Identität auch in dieser Beziehung zu bestätigen, aber schon der sehr excentrischen Lage des Flecks wegen nicht geeignet, die früher berechnete Rotation zu verbessern. Indess kann man sicher seyn, dass in der Zahl der ganzen Rotation kein Fehler begangen sey.

Ein zweiter Fleck, mit e f h bezeichnet, ward am 12. Jan. (Fig. 1, 2) und 22. Febr. (Fig. 20, 21), jedesmal in 2 Beobachtungen, auch noch später am 22. März (Fig. 33) wieder erkannt; doch zeichnete sich kein Punct desselben scharf genug aus, um auf ihn eine Bestimmung zu gründen. Eine specifische Verschiedenheit der Farbe des Grundes (die Polarflecke ausgenommen) war ebenfalls nicht deutlich wahrzunehmen, zwar schien es in der ersten, auf der Königl. Sternwarte gemachten Beobachtung, als sey die Mittelzone der Kugel, eine Gegend, deren Mitte beiläufig in 15° SB. und 40° L. liegt, röthlich im Vergleich zum übrigen Theile; allein Hr. Prof. Encke, der an dieser und mehreren folgenden Beobachtungen Theil nahm, entschied nicht bestimmt für Roth, sondern nur im Allgemeinen für eine von der übrigen Fläche verschiedene und namentlich dunklere Färbung. Die Stellen, welche 1830 einen röthlichen Schimmer gezeigt hatten, lagen diesmal zu weit abgewandt.

Die dunkle, den Nordpolfleck umgebende Zone war zwar von sehr ungleicher Breite und auch nicht überall gleich schwarz, doch in allen Beobachtungen merklich dunkler, als die übrigen Flecke, selbst als die der Südhalbkugel. Um den entgegengesetzten Pol hatte sich 1830 nichts Aehnliches gezeigt; die Flecke in seiner Nähe waren vielmehr äusserst matt, wenig zusammenhängend, und nur in den günstigsten Momenten mit Mühe wahrzunehmen, wogegen bei der diesmaligen Erscheinung die erwähnte Zone auf den ersten Blick in's Auge fiel, sobald nur Mars überhaupt sichtbar war.

Digitized by Google

Diese wenigen Resultate müssen für diesmal genügen. Jedenfalls hat die Erfahrung gezeigt, dass in der grössern Entfernung des Mars bei den Frühjahrs-Oppositionen kein absolutes Hinderniss physischer Beobachtungen liege, obgleich wir die Südhalbkugel stets besser als die entgegengesetzte kennen lernen werden. Denn Jahrtausende hindurch wird der Marsnordpol, wenn er der Erde sichtbar ist, weiter als 0,5 von der Erde entfernt bleiben.

Uebersicht der Beobachtungen 1837.

Nummer der Beobachtung.	Nummer der Zeichnung.	Zeit. (Mittlere Berliner.)			Areog. Breite der Mitte.		Länge des Meridians der Mitte.		Bemerkungen.
1	1	Januar	12.	9h 57′	+	18° 13′	145°	16′	Die rechte Seite der Kugel heller als das Uebrige.
2	2		12.	10 27		18 13	137	55	
3			31.	9 38		16 1	316	41	
4			31.	11 1		16 0	310	49	
5	3	Febr.	5.	8 10		15 26	21	37	
6			5.	9 2		15 26	9	25	
7	4		5.	9 17		15 25	5	16	
8	5		5.	10 49		15 25	357	57	
9			7.	9 49		15 11	14	53	
10			7.	10 39		15 11	2	41	
11	6		7.	16 14		15 9	280	58	Gute Beobachtung. Am Südrande scheint weisses Licht zu seyn.
12	7		7.	17 16		15 9	265	51	
13			7.	18 2		15 9	254	52	
14			8.	6 24		15 2	73	35	
15	8		8.	7 15		15 2	61	7	
16			8.	8 44		15 2	39	22	
17			8.	10 0		15 1	20	53	
18	9		8.	11 32		15 1	358	26	
19	10		11.	7 40		14 40	80	58	
20	11		12.	9 9		14 36	59	2	
21	12		22.	10 0		13 43	132	50	
22	13		22.	11 18		13 43	121	55	
23	14		28.	6 49		13 29	244	0	
24	15	März	7.	8 7		13 16	286	28	Sehr gute Beobachtung.
25			7.	9 19		13 16	268	55	
26	16		7.	10 24		13 16	254	47	Geringe Deutlichkeit in der Mitte Am Südrande weisses Licht.
27			10.	7 7		13 11	328	4	
28			10.	8 21		13 10	310	2	
29			10.	9 32		13 10	293	44	
30	17		11.	8 22		13 6	318	49	
31	18		15.	7 2		13 4	19	9	
32			15.	7 42		13 4	9	24	
33	19		18.	7 56		13 0	28	33	Weisses Licht am Südrande.
34			18.	9 40		13 0	3	7	
35	20		22.	7 19		12 54	74	14	

Digitized by Google

der Columne, betitelt: „Länge des Meridians der Mitte“ ist eine Rotationsperiode von $24^h\ 37'\ 20'',4$ zur Basis genommen. Die diesmal erhaltenen Beobachtungen sind, wie schon bemerkt, nicht der Art, dass sie auf das Resultat der früheren einen Einfluss ausüben könnten; doch scheint es ausser Zweifel, dass eine Zunahme der Periode ihnen mehr entsprechen würde. Da die obige Zahl das Resultat eines Zeitraums von $4\frac{1}{2}$ Jahren ist, welches ausserdem sich nur auf wenige, am Ende desselben erhaltene Beobachtungen gründet, da andrerseits die Periode von $24^h\ 37'\ 23'',7$, wie sie aus den Oppositionen von 1830 und 1832 hervorgeht, sich auf genaue, zahlreiche und genau übereinstimmende Beobachtungen stützt, so wäre es wohl am besten, solche so lange beizubehalten, bis sie durch neue Daten, die wir in den Jahren 1843 und 1845 zu erhalten hoffen, verbessert werden könnte.

Die Beobachtungen der Opposition von 1839 sind sämmtlich mit dem grossen Refractor der Königlichen Sternwarte angestellt. — Mars erforderte eine starke Vergrösserung und folglich einen ruhigen Zustand der Atmosphäre. Letztere Bedingung erfüllte sich selten im Winter von 1838 — 39, weshalb die Beobachtungen nicht zahlreich werden konnten. Die südliche Halbkugel entzog unseren Blicken 62° ihrer Oberfläche und war somit grossentheils gar nicht zu beobachten. Kein Fleck dieser Halbkugel konnte mit Genauigkeit unterschieden werden. Die Zeichnungen sind von Mädler ausgeführt. Herr Galle, Hülfs-Astronom der Königlichen Sternwarte, hat den grössten Theil der Beobachtungen mitgemacht.

Bei der ersten Beobachtung am 26. Februar $10^h\ 11'$ (Fig. 1) zeigten sich die dunklen Marsflecke ziemlich bleich und verschwimmend, wiewohl der Rand des Planeten scharf begrenzt war. Die schwärzesten waren diejenigen, welche den Nordpolfleck umgaben, doch war weder ihre Intensität, noch Continuität denen von 1837 gleich; es schien, im Gegentheil, in der der grossen Axe des Polarflecks ziemlich parallelen Richtung, eine Spaltung der dunklen Zone bemerkbar. Nach mehrmaliger Schätzung wurde die Längenaxe des Polarflecks auf ein Fünftheil des Marsdurchmessers angenommen, und die hierauf perpendiculäre, welche sich scheinbar bis zum Rande erstreckte, auf $\frac{1}{12}$.

Die Schätzung der Longitudinal-Axe scheint innerhalb der Werthe von 0,18 und 0,22 sicher. Wenigstens war der erste Anblick genügend, um weder den Werth $\frac{1}{5}$, noch den von $\frac{1}{4}$ zuzulassen. Dies würde uns, indem der Pol in die Mitte des weissen Flecks gesetzt wird, auf eine nördliche Breite seines Randes von 78° 33' führen. Wäre dieser Werth genau, so könnte ein runder Fleck von diesem Umfange bei der damaligen Lage der Mars-Axe unmöglich den Rand erreicht haben; aber eine Ueberschlagsrechnung ergiebt für den Raum zwischen Rand und Fleck nur $\frac{1}{10}$ des Durchmessers, was die anscheinende Coincidenz hinlänglich erklärt.

Erst am 12. März gelangen uns wieder einige Beobachtungen, deren erste und resp. beste in Figur 2 dargestellt ist. Der weisse Fleck war bedeutend verkleinert. Die beiden im nördlichen Theile belegenen, leicht gebogenen Flecke waren in keiner früheren Opposition bemerkt worden. Von 1830 — 34 wäre es wegen der damaligen Mars-Länge nicht wohl möglich gewesen; aber im Jahre 1837 hätte es wohl der Fall seyn können. Doch ist es schwerlich ein neuer Fleck; denn es kommt ein ganz ähnlicher in Kunowsky's Zeichnung vom März 1822 vor, wo die Axe etwa dieselbe Lage wie im Jahre 1837 hatte. Seine schwache Sichtbarkeit und die ungünstigen atmosphärischen Umstände können es wohl verhindert haben, dass wir ihn damals nicht bemerkten. Zwischen diesem Fleck und denen der Südhalbkugel, die sich fast in allen Beobachtungen zonenförmig und mit einigen dunkleren Puncten zeigten, glänzte hell eine röthliche Farbe hervor, die sich in zwei Beobachtungen des 14. März um $9^h\ 9'$ und $9^h\ 32'$ mittlere Zeit zeigte (Figur 3).

Digitized by Google

Am 26. März erlaubten uns ununterbrochen vorüberziehende Wolken nur eine unvollkommene Ansicht, und die an sich schon unvollkommene Zeichnung ist im westlichen Theile der Kugel unvollendet geblieben.

Am 31. März gelang es Herrn Galle von der Königlichen Sternwarte, in einigen günstigen Momenten mitten auf der Scheibe einen schwarzen Fleck zu sehen, der, blass und einem Puncte ähnlich, sich zu seiner Linken mit einem grösseren Flecke zu vereinigen schien. Die Vergleichung zeigte, dass es der Fleck war, welchen wir in der Hauptzeichnung von 1837 unter 320° Länge und + 22° Breite erhalten hatten.

In den Beobachtungen vom 4. 9h 15′ (Figur 5) und vom 5. April sahen wir die Flecke nur blass und verwaschen. Der weisse Polarfleck schien wieder um etwas grösser; allein wegen schlechter Beschaffenheit der Luft ist diese Wahrnehmung ungewiss.

Die Beobachtungen vom 9. April 7h 37′ (Figur 6) gehören zu den besten dieses Jahres. Der, nach Intensität und Gestalt von verschiedenen Flecken umgebene mittlere Raum war deutlich roth, besonders nach N. zu, und der westliche, voll erleuchte Rand glänzte beträchtlich heller, als das Uebrige. (Die Phase am Ostrande ist hier nur als Ergebniss der Rechnung anzusehen; erst im Anfange Mai machte sie sich auch dem Beobachter einigermaassen merklich.) Auch am 10. April (Figur 7) war es sehr heiter, freilich nur etwa bis 7½ Uhr; es war genau so viel Zeit, die Zeichnung zu beendigen. Auch heut erschien eine rothe Stelle, da, wo sie am gestrigen Abend gesehen worden war, und der helle Glanz des westlichen Randes war noch auffallender. Dies ist das erste Mal, dass in unsern Beobachtungen eine solche Bemerkung vorkommt; frühere Astronomen haben zuweilen (jedoch mit unvollkommeneren Fernröhren) den Mars westlich und östlich, gleichsam von zwei glänzenden Menisken eingefasst, gesehen.

In den beiden Beobachtungen am 16. April (Figur 8 und 9), deren zweite die bessere zu seyn scheint, erscheint der wellenförmig geschwungene Fleck abermals, was mit der Rotationsperiode übereinstimmt. Der Luftzustand war im Ganzen sehr günstig; gleichwohl war es auch heute nicht möglich, die Flecke der Südhalbkugel mit gewünschter Deutlichkeit zu sehen. Freilich lagen sie dem Marsrande stets näher, als der Mitte; allein dies war in gleichem Grade bei mehrern Flecken der Nordhalbkugel der Fall, welche gleichwohl an denselben Abenden stets etwas mehr Deutlichkeit zeigten. Der Polarfleck war seiner Reinheit wegen in den letzten Abenden oft nur mit Schwierigkeit gesehen worden: am 16. bei günstiger Luft erschien er deutlich; aber seine grosse Axe höchstens $\frac{1}{5}$, vielleicht nur $\frac{1}{6}\frac{1}{5}$. Man nehme $\frac{2}{15} = 0{,}133$; so wird die NB. des Randes = 82° 20′. Die durch die Phase veranlasste Abweichung von der Kugelgestalt war dem Auge noch nicht merklich.

Die letzten beiden Beobachtungen in diesen Oppositionen gewährte der Abend des 1. Mai. Der Polarfleck war vielleicht grösser, bestimmt aber nicht kleiner, als am 16. April; übrigens schien es auch heute, wie stets in dieser Opposition, dass man das volle Oval des Flecks vor Augen habe und dass der Marsrand ihn blos berühre. Die auf der Kugel sichtbaren Flecke waren beiläufig die vom 26. März, und alle, ohne Ausnahme, schlecht begrenzt. Deutlich sah man übrigens, dass die Scheibe des Planeten keinen Vollkreis mehr bilde, was noch auffallender am 5. Mai bei einer nur flüchtigen Beobachtung hervortrat.

Es ist höchst misslich, die diesmal wahrgenommenen Flecke mit denen der früheren Oppositionen bestimmt zu identificiren. Eine beiläufig geführte Berechnung mit der Rotationsperiode von 1832 weist dem neu gesehenen wellenförmigen (doppelten?) Fleck seinen Platz zwischen 60° und 160° der areographischen Länge an, wonach sowohl das westliche, als das östliche Ende

Digitized by Google

mit einigen 1837 gesehenen zusammenfällt; der Breite nach erstreckt er sich etwa von 25° bis 55° N. —

Die dunkle Zone, welche den Polarfleck umgab, zeigte sich 1837, und noch mehr 1839 nur gegen diesen selbst scharf, sonst aber sehr schlecht begrenzt und die einzelnen Parthieen desselben boten zu wenig eigenthümliche Merkmale, um ein sicheres Wiederkennen nach Verlauf von 26 Monaten erwarten zu lassen. Uebrigens war diese Zone in den Beobachtungen des 10. und noch mehr des 16. April fast verschwunden; der letztere Abend zeigte nur an der Ostseite eine deutliche Spur derselben. Etwas besser, aber höchst formlos, zeigte sie sich am 1. Mai. Dagegen zeigte sich in den meisten Beobachtungen, am deutlichsten und bestimmtesten am 10. April, ein beiläufig zwischen 60° und 70° der nördlichen Breite liegender, sehr dunkler Fleck, jedoch stets getrennt vom Polarfleck und seiner unmittelbaren Umgebung.

Alles mit einiger Bestimmtheit Wahrgenommene fällt demnach in höhere nördliche Breiten, und ist schon aus diesem Grunde zur Rotationsbestimmung nicht geeignet. Dagegen gewährt die diesmal wahrgenommene Gestalt und Ausdehnung des Polarflecken sehr wesentliche Anhaltpuncte bei Bestimmung des Ganges seiner Veränderungen. Es möge hier eine allgemeine Zusammenstellung dessen folgen, was unsere Beobachtungen über diese merkwürdigen Flecke ergeben.

Die Farbe der Polarflecke, so oft sie deutlich wahrgenommen werden konnten, war stets ein reines, glänzendes Weiss und nicht im Geringsten der Färbung des übrigen Theils der Kugel ähnlich. Im Jahre 1837 ereignete es sich einmal, dass Mars während der Beobachtung hinter einer Wolke spurlos, bis auf den deutlich durchscheinenden Polarfleck, verschwand. Diese grosse Differenz ist auch Ursache, dass sich ihre Ausdehnung und Gestalt weit sicherer schätzen lässt, als bei irgend einem andern Flecke der Kugel; es wäre sogar nicht unmöglich, dass mikrometrische Messungen bei ihm mit Erfolg angewendet werden könnten, wenn man ihn 1843 und 1845, wo der Marsdurchmesser auf resp. 18″,4 und 23″,5 steigen wird, mit den grössten Fernröhren beobachtet.

Die Ab- und Zunahme dieser Flecke, bei stets gleichbleibender Gestalt derselben, und der Umstand, dass die Rotationspole entweder ihre Centra bilden, oder sich doch nur wenige Grade von denselben entfernen, ist gleichfalls höchst bemerkenswerth. Die Veränderungen des Südpolflecks nebst der dem jedesmaligen Beobachtungsdatum entsprechenden Jahreszeit des Mars, im Datum der Erdjahrszeit ausgedrückt, sind bereits oben gegeben. Der Nordpolfleck dagegen zeigte folgende Variationen:

1837 Januar 12.	Grenzen in	74° 18′;	entsprechende Jahreszeit	Mai 4.
März 7.	„	etwa 76;	„	„	Juni 4.
1839 Februar 26.	„	78 33;	„	„	Juni 17.
April 1.	„	80 48;	„	„	Juli 4.
April 16.	„	82 20;	„	„	Juli 12.
Mai 1.	„	etwa 81;	„	„	Juli 20.

Hiernach fällt für beide Flecke das Minimum $\frac{1}{16}$ des Jahrs nach dem Sommersolstitio, etwa dem 12. Juli und (12. Jan.) unserer Erde entsprechend. Aber während der Südpolfleck sich bis zu 6 Grad Durchmesser verkleinert, hat der des Nordpols in seinem Minimo noch 12—14 Grad Durchmesser, d. h. etwa die fünffache Arealgrösse des erstern.

Umgekehrt hat der Südpolfleck 1837 während seines Winters (die Beobachtungstage entsprechen der Jahrszeit nach dem 4. und 10. December) sich so weit über die Kugel verbreitet

Digitized by Google

dass er noch wahrgenommen werden konnte, obgleich der Pol 18° jenseit des äussersten Randes lag, was auf etwa 55° Br., also 70 Grad Durchmesser des Flecks führt. Aehnliches ist von uns am Nordrande, während der Südpol Sommer hatte, nie wahrgenommen worden. Die Variationen des Südpolflecks sind dem zufolge nach beiden Grenzen hin beträchtlich grösser, als die des Nordpolflecks.

Vermöge der Axenstellung des Mars ist der Südpol der Sonne am meisten zugewandt, wenn die Stärke der Erleuchtung (und Erwärmung) durch 0,58 der Erderleuchtung ausgedrückt werden kann; der Nordpol hingegen, wenn diese nur 0,37 beträgt. Diese bedeutende Ungleichheit wird zwar, was das Jahr im Ganzen betrifft, vermöge des in den Wintern sich umkehrenden Verhältnisses völlig ausgeglichen, und selbst für die einzelnen Jahreszeiten findet eine theilweise Compensation statt, da die Länge des Sommerhalbjahrs der Nordhalbkugel zu dem der Südhalbkugel sich wie 19 : 15 verhält; allein für die Culminationspuncte der Wärme und Kälte bleibt offenbar ein sehr bedeutender Unterschied übrig: am Südpole sind demnach heissere Sommer und kältere Winter, als am Nordpole, und diese Differenz ist viel beträchtlicher, als die ähnliche, bekanntlich unmerkliche, auf unserm Erdkörper, da die Excentricität des Mars fünfmal und die Neigung seiner Axe 1,24mal grösser ist, als bei der Erde*).

Die bemerkten Verschiedenheiten harmoniren demnach auf's Vollkommenste mit der Annahme:

„dass wir in diesem weissen Flecke einen unserm Schnee analogen Winterniederschlag auf der Marskugel erblicken;“

und es ist in der That fast unmöglich, eine sich so überraschend schön bewährende Deutung von der Hand zu weisen. Unsere Erde muss, aus Planetenfernen betrachtet, ganz ähnliche Erscheinungen darbieten: nur wird bei dieser das gegenseitige Verhalten der Nord- und Südhalbkugel ungleich seyn.

Die übrigen Flecke der Kugel scheinen, der Hauptsache nach, constanten Oberflächentheilen anzugehören. Bei der Lage und Entfernung der Marskugel würden Bergschatten, und setzte man die Erhöhungen auch noch so riesenmässig (die stets scharfe Kugelgestalt der Scheibe setzt ihnen wenigstens ein Maximum), von uns unter keiner denkbaren Bedingung wahrgenommen werden können: es sind dies also Verschiedenheiten des Lichtreflexes, die gar wohl ähnlichen Ursachen, wie auf unserer Erde, ihr Entstehen verdanken können. Die grösste Bestimmtheit der Begrenzungen hat sich verhältnissmässig in der Opposition von 1830 bei denjenigen Flecken der Südhalbkugel gezeigt, welche zwischen dem Aequator und 45° NBr. lagen; doch auch damals war die relative Schwärze und Bestimmtheit der Flecke nicht stets dieselbe, und noch weniger war dies 1837 und 1839 der Fall. Obgleich also diese Flecke selbst keine Analoga unserer Wolken zu seyn scheinen, so zeigen sich doch an ihnen Spuren der optischen Wirkungen solcher wolkenartigen Verdichtungen; sie erscheinen bestimmter, gesonderter, intensiver in ihrem Sommer; formloser, bleicher, verwaschener in ihrem Winter.

Einige Male ist, wie vorstehend erwähnt, eine röthliche Farbe an einzelnen Stellen der Scheibe wahrgenommen worden. Mars erscheint bekanntlich dem freien Auge als der rötheste Stern des ganzen Himmels. Im Fernrohre zeigt sich dies nicht in gleichem Maasse, und die Farbe

*) Unsere Beobachtungen heben zwar den Zweifel, ob die Pole wirklich in der Mitte der Flecke liegen, nicht gänzlich auf; allein dies ändert im physischen Verhältniss nichts Wesentliches. Sind die Centra der Flecke auch nicht genau die Rotationspole, so können sie dennoch gar wohl die Kältepole seyn, die ja auch auf unserer Erde, so weit unsere Kenntniss reicht, mit jenen nicht zusammenfallen.

Digitized by Google

des Ganzen ist höchstens ein Gelbroth; allein diese einzelnen Theile zeigten, mehr oder minder deutlich, doch nie scharf begrenzt, eine intensivere Färbung, die am treffendsten mit einem reinen Abendroth unserer Erde verglichen werden kann.

Führt uns Alles dieses schon sehr entschieden auf eine merkliche und der unsrigen ähnliche Atmosphäre des Mars, so erklärt sich zugleich die Bemerkung, dass nach den Rändern hin die Flecke stets verwaschen erscheinen oder ganz verschwinden, und der zuweilen bemerkte helle Glanz des Randes scheint gleichfalls einem eigenthümlichen atmosphärischen Processe seine Entstehung zu verdanken.

Uebrigens ist nicht zu erwarten, dass sich die Marsatmosphäre bei Bedeckungen eines Fixsterns oder andern Weltkörpers durch diesen Planeten merklich machen werde. Selbst in der grösstmöglichsten Erdnähe des Mars erscheinen uns 10 Meilen auf ihm nur 0″,30 gross: in einer solchen Höhe aber ist die Brechung schon durchaus unmerklich, wäre sie auch an der Oberfläche beträchtlich stärker, als auf der Erde.

Die grösste Veränderlichkeit, sowohl der Grösse und Form, als der Intensität nach, lassen die Beobachtungen bei dem schwarzen Flecke der Nordpolarzone annehmen, und hier findet vielleicht eine eigenthümliche Erklärung statt. Sind die weissen Polarflecke wirklicher Schnee; so kann ihre Verminderung bei herannahendem Sommer nur im Wege des Schmelzens und der allmäligen Abdunstung vor sich gehen: die Mächtigkeit des Schnees ist nach aller Wahrscheinlichkeit sehr beträchtlich; jene im Uebergange begriffenen Flächenstriche werden demnach beträchtlich feucht seyn: nun hat aber ein aufgeweichter und morastiger Boden gewiss unter allen Oberflächentheilen die schlechteste Reflexionsfähigkeit und muss uns also am dunkelsten erscheinen. Das Maximum dieser Dunkelheit aber wird in diejenige Zeit fallen, wo das Schmelzen den raschesten Fortgang nimmt, was für hohe Breiten auf unsrer Erde etwa die Mitte zwischen Aequinoctium und Sommersolstitium ist. So erklärt es sich, weshalb der früher gar nicht gesehene schwarze Fleck im Norden 1837 in so bedeutender Intensität und Ausdehnung, 1839 dagegen bleicher und an Umfang geringer gesehen wurde.

Bei keinem der übrigen Weltkörper ist es bis jetzt gelungen, eine so wahrscheinliche und selbst in ihren Einzelheiten so befriedigende Deutung der beobachteten Phänomene aufzustellen. Es dürfte nach allem bisher Gesagten nicht zu gewagt seyn, den Mars als einen unserer Erde, auch in physischer Beziehung, sehr ähnlichen Weltkörper zu betrachten; gleichsam ein allgemeines Bild der Erde, wie sie, aus grossen Fernen betrachtet (etwa aus der doppelten des Mondes mit freiem Auge), am Firmament erscheinen würde. Die wesentlichsten Unterschiede zwischen Mars und Erde sind der beträchtlich geringere Durchmesser des erstern, die starke Bahnexcentricität und der Mangel eines Mondes, denn letzteres ist wohl als vollkommen erwiesen anzunehmen. Dagegen stimmen die Tageslängen sehr nahe; und die Dauer des Jahres, die Neigung der Axe gegen die Bahn, die Dichtigkeit u. dergl. stimmen im Ganzen genauer überein, als bei Vergleichungen mit andern Planeten.

Die durch die Excentricität veranlasste Ungleichheit in der Dauer der Jahreszeiten lässt sich, wenn man die Axenstellung nach Herschel und unsere Rotationsperiode annimmt, folgendermaassen bestimmen.

Ein Marsjahr enthält . . . . . 669½ Rotationen
folglich 668½ Mars-Sonnentage.

Der Marstag verhält sich zum Erdentage wie 75 : 73 und seine Dauer in Erdenstunden ist $24^h\ 39'\ 35'',7$; so dass der Sonnentag im Mittel um $2'\ 12''$ den Sterntag übertrifft.

Digitized by Google

Der Frühling der nördlichen Halbkugel währt						191¼ Marstage
„ Sommer	„	„	„	„		181 „
„ Herbst	„	„	„	„		149½ „
„ Winter	„	„	„	„		147 „

so dass Frühling und Sommer zusammengenommen in der Nordhalbkugel 76 Tage länger sind, als in der südlichen. Die beiden durch die Aequinoctien geschiedenen Jahreshälften stehen demnach im Verhältnisse von 19 : 15.

Ist die im Vorigen gegebene Erklärung der beobachteten Phänomene im Allgemeinen die richtige und den dortigen Naturverhältnissen entsprechende, so lassen sich die in den bevorstehenden Erscheinungen zu erwartenden Phänomene mit ziemlicher Bestimmtheit vorhersagen. Man wird, wenn 1841 im März der Planet bequem sichtbar wird, den Nordpolarfleck im Minimo seiner Ausdehnung beobachten und ihn allmälig sich vergrössern sehen, besonders nach der Opposition; der Südpolfleck wird wahrscheinlich nicht sichtbar seyn, oder höchstens als matter Randschimmer. Die dunkle Zone im hohen Norden wird kaum oder gar nicht wahrgenommen werden; die Südhälbkugel wieder etwas besser zu Gesichte kommen. — 1843 liegen etwa 6 Tage nach der Opposition beide Pole im Rande. Man sieht beide weisse Flecke schwach, den des Südpols jedoch etwas besser, beide aber sehr schmal, der optischen Verkürzung wegen. In den dem Aequator näher gelegenen Gegenden lassen sich die Flecke mit grosser Bestimmtheit unterscheiden. — 1845 zeigt uns Mars in grösstmöglichster Erdnähe mit zugewendetem Südpol. Alle Flecke der Südhalbkugel zeigen die möglichst grösste Bestimmtheit; nach Norden zu ist wenig sichtbar: der Südpolfleck ist anfangs noch ziemlich gross, aber in Abnahme begriffen, besonders um die Zeit der Opposition. Vom Nordpolfleck ist nichts mehr zu sehen. Diese und die vorhergehende Opposition müssen namentlich zur Bestimmung der Rotationselemente benutzt werden. — 1847 zeigt uns den Südpolfleck wieder zunehmend, vielleicht auch eine Spur des Nordpolflecks. Die südliche Halbkugel gewährt fast ganz den Anblick wie 1845, nur nicht in so vortheilhafter Nähe; von denen der Nordhalbkugel werden auch diesmal nur wenige zu Gesichte kommen. Die Beobachtungen zur Bestimmung der Rotation und Axe müssen in dieser Opposition fortgesetzt und an die der beiden vorhergegangenen angeknüpft werden.

Digitized by Google

IX.

Venus.

Digitized by Google

Digitized by Google

Bekanntlich ist die Rotation der Venus ein Gegenstand, über den die Astronomen in eine der sonderbarsten Alternativen versetzt sind. Es handelt sich nicht um ein aus stark differirenden Angaben zu ziehendes Mittel, wie bei vielen andern Fragen, sondern um die schwierige Wahl zwischen zweien durchaus unvereinbaren, sich gänzlich widersprechenden Resultaten, die beide durch zu gute Gründe unterstützt zu seyn scheinen, als dass man sich entschliessen könnte, das Eine oder das Andere schlechthin zu verwerfen. Bianchini folgert aus seinen sorgfältigen, zu Rom im J. 1726 und 1727 angestellten Beobachtungen eine Rotationsperiode von 24 Tagen 8 Stunden; Cassini hingegen von 23 Stunden oder, nach den Untersuchungen seines Sohnes, 23h. 15′, und fast alle spätern Beobachter stimmen mit Letzterem mehr oder weniger überein. Unter diesen Umständen scheint es nicht ohne Interesse, zwei Beobachtungsreihen aus den Jahren 1833 und 1836 hier *in extenso* mitzutheilen.

Im Allgemeinen sey bemerkt, dass zwar fast in jeder Beobachtung der gegen die Lichtgrenze hin matter abfallende Glanz der Scheibe wahrgenommen wurde, dass jedoch eigentliche Flecke nie (vielleicht mit einziger Ausnahme des 7. April 1836) zu Gesichte kamen. Jener matte Lichtabfall längs der Phase ist daher in den einzelnen Figuren nicht angedeutet, da er überdies allgemein bekannt und leicht erklärlich ist: nur die Gestalt der Hörner und des sie verbindenden elliptischen Bogens (der Lichtgrenze) ist hervorgehoben und mit möglichster Treue dargestellt.

Fig. I. Venus am 21. März 1833 um 7h. 29′ M.Z.
II. „ „ 21. „ — „ 7 39
III. „ „ 25. „ — „ 5 14
IV. „ „ 25. „ — „ 5 43
V. „ „ 26. „ — „ 5 17
VI. „ „ 26. „ — „ 5 37. Kurz darauf wird das nördliche Horn noch schmaler. — Nach Sonnenunterg. wird der Glanz des Planeten zu stark.
VII. „ „ 29. März 1833 um 5h. 8′
VIII. „ „ 29. „ — „ 5 21
IX. „ „ 5. April — „ 4 49. Starker Wind.
X. „ „ 6 „ — „ 5 42 bis 5h. 52′. Der Rand überglänzt mehr als gewöhnlich die innere Kante.

Venus wurde späterhin immer schmaler, und die Sichelgestalt der Hörner bot keine wahrnehmbaren Veränderungen und Verschiedenheiten mehr dar.

Digitized by Google

Fig. XI. Venus am 7. April 1836 um 7^h 20'. Der matte Fleck auf der Scheibe blieb ungewiss: vielleicht hat er nur dem Blendglase, was bei dieser Beobachtung angewandt werden musste, seine Entstehung zu verdanken. War es ein reelles Object, so war es doch ein fast unbegrenztes und formloses.

April 8. 6^h 26'. Dieselbe Erscheinung des Flecks wie gestern, obgleich kein Blendglas angewandt wurde, aber stets nur als Vermuthung: eine Gewissheit war heut so wenig, als gestern zu erlangen. Die Bucht in der Mitte der Phase, die gestern deutlich erschien, blieb heut ungewiss. Beide Hörner, namentlich das südliche, sind heller, als der übrige Theil.

April 18. 6—7^h. Die Luft unruhig, welchem Umstande die heut wahrgenommene anomale Abrundung beider Hörner wahrscheinlich zuzuschreiben ist.

April 19. 7^h 52' und 7^h 58'. Leichte Wolken, welche die Beobachtung begünstigen. Das Südhorn abgerundet; das Nordhorn heller, wahrscheinlich auch spitzer, als jenes.

Fig. XII. April 20. 6^h 1'. Nur der Umstand, dass das nördliche Horn das spitzere ist, kann als sicher angenommen werden; das Uebrige der Figur ist ungewiss. — 7^h 46' noch eben so.

April 20. 23^h 15'. Das Südhorn gewiss nicht stumpfer, als das nördliche, sondern wahrscheinlich noch spitzer.

April 26. 6^h 3'. Das nördliche Horn ist das spitzere.

Mai 2. 6 21. Keine Ungleichheit oder Abweichung von der regelmässigen Gestalt wahrzunehmen.

Fig. XIII. Mai 4. 6^h 17'. Dicht unter dem rundlichen Südhorne eine deutliche Einbucht. Weniger gewiss die bei'm nördlichen Horne.

Mai 6. 6^h 55'. Die Einbucht am Südhorne deutlich, am nördlichen ist keine wahrzunehmen. Das Südhorn merklich heller.

Mai 10. 6^h 50'. Beide Einbuchten deutlich. Die Phase ist, dem Augenscheine nach, genau die der Quadratur.

Fig. XIV. Mai 13. 5^h 30'. Die Lichtgrenze erscheint als gerade Linie, allein die Hörner stehen bestimmt vor. Beide Einbuchten gesehen.

Mai 14. 5^h 30'. Die Phase schien heut zum ersten Male concav zu seyn. Alles Uebrige nahe wie gestern.

Mai 18. 5^h 18'. Beide Hörner zugespitzt; kein Unterschied mit Sicherheit wahrzunehmen.

„ 18. 6 18. Das nördl. Horn ist kürzer, als das südliche, ohne deshalb stumpfer zu seyn.

„ 18. 7 8. Das Südhorn ist etwas mehr abgestumpft.

Fig. XV. Mai 18. 7^h 18'. Das Südhorn scheint immer stumpfer zu werden.

Mai 18. 7^h 38'. Am nördlichen Horne eine reine elliptische Krümmung; am südlichen abermals Zunahme der Abrundung.

Mai 18. 7^h 43'. Die Einbucht am Südhorne ist durch die wachsende Abstumpfung desselben ganz unkenntlich geworden. — Späterhin erscheint Venus undeutlich.

Fig. XVI. Mai 18. 23^h 45'. Der Anblick ein auffallend verschiedner gegen den des vor. Abends.

Mai 19. 0^h 24'. Das Nordhorn etwa so, wie das Südhorn am vorigen Abend um 7^h 43'.

„ 19. 5 40. Beide Hörner gleich, nahe wie Mai 18. 5^h 18'.

„ 19. 6 6. Noch keine Veränderung wahrzunehmen.

„ 19. 6 17. Die Fig. XV. scheint sich zu bilden. Nach wenigen Minuten ist diese Veränderung sicher wahrzunehmen.

Mai 19. 6^h 40'. Die Abstumpfung des Südhorns hat noch zugenommen; das nördl. bleibt spitz.

„ 19. 7 32. Die Abstumpfung scheint wieder abzunehmen.

Fig. XVII. Mai 20. 4^h 43'—4^h 50' eben so, vielleicht selbst das Südhorn noch flacher.

Mai 20. 6^h 30'. Das südl. Horn ist wieder etwas spitzer, steht aber dem nördl. noch deutlich nach.

Digitized by Google

Mai 20. 7^h 17′. Die Zuspitzung des nördlichen scheint zuzunehmen; die Einbucht steht ganz nahe am Horne.
„ 22. 23^h 35′. Beide Hörner gleich spitz, das nördl. gleichwohl breiter.
„ 23. 5 9. Kein Unterschied bemerkbar, wenn nicht vielleicht das südl. Horn breiter ist.
„ 23. 5 45. Es scheint eben so, doch gleichfalls ungewiss.
„ 23. 6 0. Das Südhorn ist bestimmt breiter als das nördliche.
„ 24. 4 55. Kein Unterschied wahrnehmbar: eine richtige elliptische Krümmung.
„ 24. 6 45; 6^h 50′ und 6^h 52′. Ganz bestimmt wie Fig. XVII.
„ 24. 7 17; 7 20. Eben so. Doch scheint das Südhorn noch stumpfer zu werden.
„ 30. 4 45. Die ganze Krümmung rein elliptisch.
„ 30. 5 12. Desgl., wenn nicht vielleicht das nördliche Horn spitzer ist.
„ 31. 6 35. Genau wie Fig. XVII.
„ 31. 6 39. Der Unterschied beider Hörner ist schon zweifelhaft.
„ 31. 7 17. Beide Spitzen wahrscheinlich ganz gleich.
„ 31. 7 23. Beide gewiss gleich.
Juni 6. 5 42. Beide Hörner gleich; die Gestalt der Phase richtig elliptisch.
„ 6. 6 11 und 6^h 37′. Das nördliche Horn scheint das spitzere zu seyn.
„ 6. 6 39 . . . . es kann nicht länger bezweifelt werden.
„ 6. 6 46. eben so.
„ 10. 5 59. Beide Hörner gleich richtige Ellipse.
„ 10. 6 11. Das nördliche Horn ist spitzer.
„ 10. 6 23. Der Unterschied ist jedenfalls sehr gering.
Fig. XVIII. Juni 10. 6^h 47′. Das südliche Horn ist, wie die Figur zeigt, gleichsam abwärts gekrümmt; das nördliche etwas spitzer.
Juni 10. 7^h 2′. Beide Hörner scheinen gleich, wenigstens ist der Unterschied nicht mehr so sicher, als vorher.
„ 11. 4 40; 4^h 49′, 5^h 5′; 5^h 33′; 5^h 36; 5^h 50′. Richtige Ellipse.
„ 11. 6 3. Das südliche Horn ist das stumpfere.
„ 11. 6 12. Desgleichen; auch scheint es sich abwärts zu krümmen.
„ 11. 6 40. Das vorstehend bemerkte ist ausser Zweifel.
„ 11. 7 10. Die Krümmung des Südhorns nach abwärts findet nicht mehr statt; allein es ist noch immer stumpfer.
„ 15. 5 45. Das Nordhorn ist das spitzere, doch ist der Unterschied gering.
„ 15. 6 2. Ungewiss.
„ 15. 6 24. Beide Hörner sind ganz gleich.
„ 27. 6 24. Das Nordhorn etwas schmaler als das südliche. So bis 6^h 44′
„ 27. 7 6. Unterschied etwas ungewiss.
„ 27. 7 46. Der Unterschied ist sicher, u. zugleich ist das Südh. weiter herum gekrümmt.
„ 27. 22 16. Das Nordhorn ist das breitere, doch ist der Unterschied gering.
„ 27. 23 1. Kein Unterschied mehr. — (NB. Diese beiden letztern Beobachtungen im grossen Refractor der Königl. Sternwarte.)
„ 28. 6 54. Kein sicherer Unterschied.
„ 28. 7 8. Die grössere Abstumpfung des Südhorns merklich; auch die Abwärtskrümmung desselben.
„ 28. 7 42. Eben so.
Juli 1. 5 13—5^h 48′. Richtige Ellipse. Die Luft fortwährend sehr günstig.

Digitized by Google

Septbr. 6. 17h. 48′. Das Südhorn ist stärker gekrümmt, als das nördliche.
Octbr. 5. 19 30. Die Hörner scheinen noch ein klein Wenig überzugreifen.
„ 7. 12 0. Venus genau halberleuchtet, oder eher darunter, als darüber.
„ 14. —— Venus scheint schon etwas mehr als halb erleuchtet zu seyn.

So weit unsere auf die Gestalt der Venus sich beziehenden Beobachtungen. Allerdings möchten wir sie nicht, wie Schröter es mit einer Reihe ähnlicher gethan hat, zur Ableitung einer genauen Umdrehungsperiode anwenden, da wir uns überzeugt halten, dass eine solche aus Beobachtungen der Hörnergestalt, namentlich in Ermangelung aller übrigen Rotationselemente, nicht hervorgehen könne. Allein wenn die angeführten, oft überraschend schnellen Veränderungen der Hörnergestalten nicht aller objectiven Realität ermangeln, so ist klar, dass sie mit der Bianchini'schen oder einer andern Periode von ähnlicher Dauer ganz unvereinbar sind, wogegen mehrere Andeutungen für die Cassini'sche zu sprechen scheinen. Man vergleiche 1833 März 21. 7h. 39′ und März 25. 5h. 14′ (4 Perioden à 23h. 24′); Mai 18. 7h. 18′ mit Mai 19. 6h. 17′—6h. 40′; Juni 10. 6h. 47′ mit Juni 11. 6h. 3′—12′; Juni 27. 7h. 46′ mit Juni 28. 7h. 8′. Dasa bei solcher auf Schätzung beruhenden Bestimmung der Horngestalt und der elliptischen Figur der Phase Täuschungen vorkommen können, geben wir gern zu; eine fortlaufende Reihe von Täuschungen, ohne sie als solche zu erkennen, halten wir aber nicht für möglich. Die namentlich am Südhorne wahrgenommenen Veränderungen können keineswegs blos in unserer Atmosphäre oder im Fernrohr ihren Grund haben, da sie in diesem Falle das Nordhorn in gleicher Art hätten treffen müssen: wenn sie aber in irgend einem Bezuge zur Rotation der Venus stehen, so kann diese nicht eine Dauer von mehreren Wochen haben.

Venus hatte 1836 eine ausgezeichnet günstige Stellung für Beobachtungen auf der nördlichen Erdhalbkugel, und mehrere Beobachter waren deshalb bemüht, Flecke auf ihrer Scheibe wahrzunehmen; es ist aber unsers Wissens keinem, selbst nicht Lamont gelungen, der im grossen Refractor zu Bogenhausen die Venus 1836 so oft als möglich, aber (Astron. Nachr. 324) ohne allen Erfolg beobachtete.

Wirkliche Flecke auf der Venusscheibe (wenn man nicht das mattere Licht längs der Phase, was dann und wann kleine Ungleichheiten zu zeigen scheint, als Flecke bezeichnen will) sind gewiss höchst seltne und überaus schwache Erscheinungen. Herschel der Vater sah nach mehrjährigen Bemühungen, während deren ihm die Phase stets scharf erschienen war, im Jahre 1780 zwischen dem 19. Juni und 3. Juli verschiedene sehr schwache Flecke. Aber sie gaben nie ein bestimmtes Rotationsresultat; *„for the spots assumed often the appearances of optical deceptions, such as might arise from prismatic effection.“* Dass indess eine Axendrehung stattfinde, ward Herschel'n gewiss. *„A few very evident results may be drawn from the foregoing observations ..... though the real time of it is still subject to considerable doubt, it can hardly be so slow as 24 days. (Philos. Transact. for 1793, pag. 204 f.).* Die gleiche Unvereinbarkeit mit einer 24tägigen Periode zeigen Schröter's (und Harding's) Beobachtungen der Horngestalt (Aphroditographische Fragmente, S. 155) wenn man auch nicht umhin kann, seine auf Hunderttheile der Secunde abgeleitete Rotationsperiode und seine Bestimmung der Höhe der Venusgebirge für zu gewagt und der sichern Begründung ermangelnd anzusehen. Nur als *„unworthy of credit,“* wie dies Hussey in seinem Aufsatze: *„On the rotation of Venus“* (Astr. Nachr. 248 u. 249) gethan hat, möchten wir sie nicht bezeichnen, so wie wir auch die Missbilligung des Tones der erwähnten Abhandlung, welche der Herausgeber der Astr. Nachr. am Schlusse indirect hinzugefügt hat, nur unterschreiben können. Gewiss ist es jedem Freunde ächter Wissenschaftlichkeit schmerzlich gewesen, dass Hr. Hussey es für nöthig erachtete, die Sorgfalt, ja selbst die Kandität aller übrigen Beobachter und Berechner mehr oder weniger zu verdächtigen, um die des einzigen Bianchini desto glänzender hervorzuheben. Wer würde in Zukunft es noch wagen, mit Beobachtungen, die einem stillschweigend anerkannten

Digitized by Google

Resultate zu widersprechen scheinen, öffentlich hervorzutreten, wenn ein solches Verfahren, wodurch rein wissenschaftliche Fragen in das ihnen fremde Gebiet der Persönlichkeits-Controverse herabgezogen werden, Nachahmung finden sollte. Wer thatsächliche Beweise einer notorischen Täuschung; oder gar einer absichtlichen Fälschung aufweisen kann, der verschweige sie nicht. Wenn Encke die Betrügereien eines D'Angos entlarvt, so gebührt ihm Dank und Beifall von allen Wahrheitsfreunden; aber einer Hypothese zu gefallen, wollen wir nicht Männern, die für die Nachwelt gearbeitet haben, die wohlverdiente Palme entreissen.

Die in №. 278 der Astr. Nachr. in graphischen Darstellungen gegebenen Beobachtungen Bianchini's mögen sämmtlich richtig seyn: ein vorzüglich scharfes und geübtes Auge mag den grossen Mangel ersetzt haben, der im Gebrauche eines nicht achromatischen Fernrohrs liegt, ja es mag vielleicht damals Venus Oberfläche geeigneter gewesen seyn, Flecke zu erzeugen, als gegenwärtig; so ist doch gewiss, dass das matt abfallende Licht längs der Phase sich mit den Flecken (die sich, einen einzigen, einmal beobachteten ausgenommen, sämmtlich längs der Lichtgrenze in sehr gleichartigen Krümmungen fortziehen) vermischen muss. So bleiben nur die nach der Lichtseite liegenden Ausbiegungen übrig, und es geht aus Bianchini's Darstellung nirgend hervor, dass sich diese Krümmungen in so scharfer Begrenzung gezeigt haben sollten, als diese Zeichnung sie angiebt; naturgetreu zu zeichnen, ist überdies nicht jedes Astronomen Sache. Wir können unter diesen Umständen die scheinbare Fortrückung längs der Phase vom 9. bis 26. Febr. 1726 durchaus nicht für entscheidend halten, denn die verschieden bezifferten Convexitäten sind einander so ähnlich, dass z. B. 4), 3), 2) am 16. Februar ganz wohl mit 5), 4), 3) am 18. Februar identisch seya könnte. Dass 1), 2) vom 5. März mit 1), 2) vom 7. einerlei sey, kann nur zugegeben werden, wenn man entweder sehr grosse eigne Bewegungen mindestens eines der Felcke, oder eine sehr mangelhafte Zeichnung annimmt. Nicht minder problematisch sind die vorausgesetzten Coincidenzen im Sommer von 1727; und die Veränderungen in der Lage des Flecks nozpr vom 9. bis 16. Juni (alles als genau und scharf begrenzt und richtig dargestellt angenommen) harmoniren wenig mit einer Periode von 24½ Tagen, sondern scheinen eine von 14—16ᵗ, oder mehrere kürzere, zu erfordern. Nimmt man an, dass die Rotationsbewegung der Venusflecken nicht sowohl längs der Lichtgrenze (wie es hier durchaus angenommen wird), sondern etwa normal auf dieselbe vor sich gehe, dass aber wegen des zu hellen, blendenden Lichts im übrigen Theile der Scheibe sie sich dort dem Auge entziehen, und folglich (vermöge der Cassini'schen Periode von 23ʰ 15′) am folgenden Tage, etwa nach 24 Stunden, wieder nahe dieselbe Stellung haben, dass aber nach Ablauf einer längern Zeit, wegen der inzwischen bedeutend veränderten Lichtgestalt des Planeten, allmälig andere Flecke und Flecken theile an der Lichtgrenze wahrgenommen werden, so nöthigt uns nichts, Binnchini's Beobachtungstalent oder gar seine Rechtlichkeit in Zweifel zu ziehen: wir haben nur seinem Erklärungsversuche einen andern Erklärungsversuch gegenübergestellt, wie er durch alle späteren Forschungen gefordert zu werden schien.

Bianchini und in noch weit stärkern Ausdrücken sein absoluter Verehrer Hussey legen ein Gewicht darauf, dass die Flecke während 30′, 50′, ja in einem Falle während 3ʰ ihren Ort nicht merklich verändert hätten. Wir glauben, dass, wenn die Flecke immer nur längs der Phase wahrgenommen werden, die Sache sich ganz ungezwungen erklärt. Ein streifenähnlicher Fleck stehe etwa in Normalrichtung gegen die Lichtgrenze und bewege sich gleichfalls anhezu in dieser Richtung; allein nur der Theil desselben, der der Lichtgrenze nahe steht, sey wahrnehmbar so werden die auf einander folgenden Theile stets dieselbe Stelle einnehmen müssen. Uebrigens sind, wie bereits erwähnt, die Convexitäten der Flecke in Bianchini's Figuren einander so ähnlich, dass es ganz unmöglich fällt, über ihre Identität oder Verschiedenheit mit Sicherheit zu entscheiden. Wenn Bianchini am 26. Februar 1726 um 5ʰ 45′ einige Flecke wahrnimmt, und nach

Digitized by Google

einer Zwischenzeit, in welcher nicht beobachtet wird, von 8h 30′ bis 9h 0′ (nach seiner eignen Bemerkung eine halbe Stunde vor dem Untergange der Venus), die Flecken in gleicher Lage zu sehen glaubt, so hatte Cassini II. wohl so Unrecht nicht, der Identität dieser Flecke einigermaassen zu misstrauen und Bianchini's Beobachtungen — nicht zu verwerfen, sondern den Versuch zu machen, sie mit denen seines Vaters zu vereinigen — ein Versuch, der ihm den ganzen Zorneifer Hussey's zugezogen hat. Freilich, wenn D. Cassini's und aller übrigen Astronomen, Beobachtungen *„spurious," „falsifications," „unworthy of credit"* u. dergl., dagegen allein Bianchini's *„genuine"* seyn sollen, so bleibt uns nichts übrig, als jede weitere Discussion zu schliessen, und uns mit letzteren zu begnügen. Lieber wollen wir jedoch hier den Wunsch wiederholen, den der verehrte Veteran Olbers dem erwähnten Aufsatze am Schlusse hinzugefügt hat — dass die Astronomen in Italien die von Bianchini mit Campani'schen Fernröhren gemachten Beobachtungen mit Frauenhofer'schen wiederholen möchten. Eine sichere Entscheidung kann, unsers Erachtens, nur dann erhalten werden, wenn es gelingt, Flecke in andern, vom Dämmerlichte der Phasengrenze freien Theilen der Venusscheibe wiederholt wahrzunehmen und ihrer Identität gewiss zu werden. Diatriben hingegen haben der Wissenschaft noch nie und nirgend gedient, sondern nur ihrem Ansehen geschadet.

Bei den angeführten Beobachtungen der Venus richteten wir zugleich unser Augenmerk auf die Bestimmung des Venusdurchmessers. Zwar ist für eine solche bisher sowohl während der Durchgänge, als ausser denselben Manches geschehen, aber bei keiner der angewandten Methoden kann man *a priori* behaupten, dass sie von constanten Fehlern frei sey. Gleichwohl bietet ein Planet, wie Venus, deren scheinbarer Durchmesser sich um das Sechsfache verändern kann, Gelegenheit, den constanten Fehler durch die Beobachtungen selbst zu bestimmen. Sey die Summe sämmtlicher beständigen Fehler (Irradiation des Fernrohrs, fehlerhafte Fädendicke, eigenthümliche Art der Einstellung, Reflex im Auge des Beobachters u. s. w.) bei einer Messung des Venusdurchmessers am Tage = i, und dieser Durchmesser für die mittlere Entfernung des Planeten = ♀, und habe endlich die Beobachtung in der Entfernung r den Durchmesser = d ergeben, so hat man

$$d = \frac{1}{r}\,♀ + i$$

und da $\frac{1}{r}$, selbst wenn man die Extreme, wo Venus der Sonne sehr nahe steht, bei der Berechnung ausschliesst, doch noch verschieden genug ausfällt, so kann man ♀ und i durch eine lange genug fortgesetzte Beobachtungsreihe bestimmen. Es versteht sich übrigens, dass i in der obigen Bedeutung nur dann constant angenommen werden kann, wenn das Fernrohr, die Vergrösserung, der Planet, der Beobachter und, so viel als möglich, auch die äussern Umstände bei allen Messungen dieselben waren. Es sind im Folgenden nur Messungen desselben Beobachters (Mädler) am vollen Tage, bei heiterm Himmel und einer Zenithdistanz des Planeten von höchstens 65° bis 70° genommen worden. Die angeführten Zahlen sind jede einzeln das Mittel aus 10 Ablesungen rechts und links des Deckungspunctes. In den Bedingungsgleichungen ist für den Durchmesser in der mittlern Entfernung der Näherungswerth 17″ + △♀ angenommen worden; die in der letzten Rubrik

Digitized by Google

angesetzten Fehler sind die, welche nach Substitution der weiter unten berechneten Werthe für △♀ und i übrig bleiben.

Tag.	M.Z.	Messung.	Bedingungsgleichung.	Uebrigbleib. Fehler.
1833 März 25.	5h 30′	30″,529	+ ″,442 = + 1,770 △♀ + i	— 0″,446
26.	5 30	31 ,069	+ 0 ,573	1,794	— 0 ,317
29.	5 15	32 ,557	+ 0 ,778	1,869	— 0 ,123
April 5.	5	36 ,023	+ 0 ,855	2,069	— 0 ,073
6.	5 45	36 ,655	+ 0 ,932	2,101	+ 0 ,000
23.	6	46 ,993	+ 0 ,294	2,747	— 0 ,724
Mai 7.	0	57 ,301	+ 1 ,138	3,304	+ 0 ,145
1836 März 5.	23 30	14 ,250	+ 0 ,442	0,808	— 0 ,100
7.	2	14 ,109	+ 0 ,225	0,817	— 0 ,534
9.	23 45	14 ,772	+ 0 ,684	0,829	— 0 ,077
22.	0	15 ,770	+ 0 ,712	0,886	— 0 ,056
27.	23	16 ,783	+ 1 ,168	0,919	+ 0 ,395
April 6.	0	17 ,326	+ 0 ,619	0,983	— 0 ,163
7.	23 30	18 ,052	+ 1 ,226	0,991	+ 0 ,543
8.	23 45	17 ,729	+ 0 ,782	0,997	— 0 ,002
17.	23 30	19 ,081	+ 0 ,922	1,068	+ 0 ,129
20.	6 15	19 ,085	+ 0 ,584	1,088	— 0 ,211
20.	23 30	19 ,421	+ 0 ,807	1,095	+ 0 ,011
22.	6 15	19 ,832	+ 1 ,017	1,107	+ 0 ,219
25.	6	20 ,014	+ 0 ,705	1,136	— 0 ,097
26.	23 15	20 ,663	+ 1 ,055	1,153	+ 0 ,251
27.	6 15	20 ,783	+ 1 ,125	1,156	+ 0 ,320
30.	0	21 ,110	+ 0 ,950	1,186	+ 0 ,141
Mai 2.	6 15	21 ,260	+ 0 ,662	1,212	— 0 ,151
4.	6	21 ,910	+ 0 ,914	1,235	+ 0 ,098
6.	6 15	22 ,321	+ 0 ,950	1,257	+ 0 ,131
7.	6	22 ,259	+ 0 ,625	1,273	— 0 ,196
10.	7 15	23 ,638	+ 1 ,311	1,313	+ 0 ,485
13.	5 30	24 ,222	+ 1 ,184	1,355	+ 0 ,353
14.	5 30	24 ,504	+ 1 ,214	1,371	+ 0 ,381
18.	5 30	25 ,609	+ 1 ,230	1,434	+ 0 ,388
18.	23 30	25 ,875	+ 1 ,292	1,446	+ 0 ,449
19.	6	25 ,871	+ 1 ,211	1,451	+ 0 ,367
20.	4 45	25 ,716	+ 0 ,779	1,467	— 0 ,067
22.	4 15	26 ,197	+ 0 ,662	1,502	— 0 ,189
22.	23 30	26 ,595	+ 0 ,810	1,517	— 0 ,043
24.	6 40	26 ,985	+ 0 ,783	1,541	— 0 ,073
30.	4 30	29 ,053	+ 0 ,784	1,662	— 0 ,089
31.	6 30	29 ,587	+ 0 ,894	1,687	+ 0 ,018
Juni 6.	6	31 ,974	+ 0 ,810	1,833	— 0 ,086
8.	3	32 ,810	+ 0 ,790	1,884	— 0 ,122
9.	7 45	33 ,862	+ 1 ,275	1,917	+ 0 ,368
10.	6	34 ,348	+ 1 ,310	1,943	+ 0 ,399

Digitized by Google

Tag.	M.Z.	Messung.	Bedingungsgleichung.	Uebrigbleib. Fehler.
1836 Juni 11.	5h	34″,352	+ 0″,837 = + 1,971 △♀ + i	— 0″,078
11.	6 15′	34 ,533	+ 1 ,007 1,972	+ 0 ,092
13.	7 30	35 ,899	+ 1 ,299 2,035	+ 0 ,376
15.	5 15	36 ,282	+ 0 ,649 2,096	— 0 ,282
18.	7 15	38 ,458	+ 1 ,059 2,200	+ 0 ,168
24.	5 15	42 ,392	+ 1 ,262 2,419	+ 0 ,288
24.	5 30	42 ,246	+ 1 ,109 2,420	+ 0 ,135
27.	6 15	43 ,661	+ 0 ,449 2,542	— 0 ,541
28.	6 45	43 ,381	+ 0 ,449 2,584	— 0 ,546
30.	7 45	47 ,020	+ 1 ,633 2,669	+ 0 ,625
Juli 1.	5 15	46 ,879	+ 1 ,176 2,690	+ 0 ,165
2.	3 30	47 ,461	+ 0 ,740 2,784	— 0 ,178
4.	5 30	49 ,257	+ 1 ,007 2,838	— 0 ,023
Septbr. 6.	20	35 ,462	+ 0 ,866 2,041	— 0 ,057
9.	18 15	34 ,202	+ 0 ,935 1,957	+ 0 ,022
Octbr. 3.	19 15	25 ,221	+ 0 ,615 1,447	— 0 ,228
5.	19 30	24 ,597	+ 0 ,522 1,416	— 0 ,317
6.	19 30	24 ,659	+ 0 ,837 1,402	+ 0 ,000
7.	19 45	24 ,443	+ 0 ,881 1,386	+ 0 ,046
14.	19 45	22 ,431	+ 0 ,469 1,292	— 0 ,354
18.	19 45	21 ,689	+ 0 ,546 1,244	— 0 ,270
20.	19 45	21 ,309	+ 0 ,551 1,221	— 0 ,263
30.	20 30	19 ,983	+ 0 ,969 1,120	+ 0 ,170.

Zwei Beobachtungen, am 5. und 7. August, wo Venus der Sonne schon sehr nahe stand und die Hörnerspitzen überaus fein verliefen, sind, der schwierigen Beobachtung wegen, zum Resultate nicht mit hinzugezogen; es sind die folgenden:

1836 Aug. 5.	20h	57″,319	+ 2″,139 = + 3″,246 △♀ + i	+ 1,054
7.	20 45′	56 ,810	2 ,839 2 ,175	+ 1,762.

Aus obigen 66 Gleichungen erhält man für das Minimum:

57″,394 = 107,885 △♀ + 66 i
96 ,792 = 198,549 + 107,885

woraus ferner

△♀ = 0″,1340; Gewicht 22,198
i = 0 ,6506; „ 7,3788.

Nach Substitution dieser Werthe erhält man Σ (ε²) oder die Summe der Fehlerquadrate = 5″,477, woraus ferner der mittlerere Fehler einer einzelnen Beobachtung = ∓ 0″,2924, und hieraus weiter:

Scheinbarer Halbmesser ♀ für die Entf. 1 = 8″,5670; Unsicherheit 0″,03072
Irradiation etc. (einfach) . . . . . = 0 ,3253; „ 0 ,05316.

Unter den bisherigen Bestimmungen, wie sie von Wurm (Berl. Astr. Jahrbuch für 1807 S. 165 ff.) berechnet worden, stimmen die meisten sehr wenig unter einander. Der älteren Angaben nicht zu gedenken, so erhielt z. B. Hell aus 9 Tagen im J. 1761 den Halbmesser anfangs 8″,960 und zuletzt 10″,385 fast regelmässig steigend; Zach's 8 Bestimmungen vom Jahre 1788 schwanken zwischen 7″,311 und 8″,798; Schröter's sogar von 6″,273 bis 10″,028. Selbst die Mikrometermessungen auf der Sonnenscheibe kommen bei verschiedenen Beobachtern höchst abweichend

Digitized by Google

heraus. 1761 am 5. Juni hat ein Münchner Beobachter 7″,516 und Hell in Wien 10″,456 (die directen Messungen sind bei diesen beiden Beobachtern um 20″,33 verschieden). Schliesst man diese beiden Extreme aus, so ergeben die übrigen 20 (Wargentin = 7″,877 bis Braun 9″,251) im Mittel 8″,426. Bei'm Durchgange von 1769 erhält man im Mittel aus 8 Beobachtern (Measier = 7″,945 bis Cassini = 8″,848), im Mittel 8″,405. Durch Verweilung der Venus am Sonnenrande bei'm Durchgange von 1761 erhält man im Mittel aus allen Beobachtern, nach Encke's Berechnungen, 8″,306; aus dem Durchgange von 1769 kann er nicht mit Sicherheit bestimmt werden. Endlich hat Brandes an 6 Tagen im Jahre 1820 durch Heliometermessungen 8″,345 erhalten; allein die Resultate steigen regelmässig mit der abnehmenden Entfernung, was auf ein negatives i, folglich auf einen zu klein bestimmten Durchmesser, schliessen lässt.

Wir haben bei diesen Beobachtungen unsere Aufmerksamkeit auch auf die Form und Breite des erleuchteten Theiles gerichtet, um zu untersuchen, ob beide durch die Beobachtung so erhalten werden, wie die Rechnung sie ergiebt. Sey V der Winkel an Venus im ebenen Dreieck Sonne, Venus, Erde, so muss die Lichtgrenze eine gerade Linie bilden, wenn V = 90°, und die Breite des erleuchteten Theiles muss $= \frac{(1 + \cos V)\,Q}{2\,r}$ gefunden werden. Ersteres erhält man am besten durch directe Beobachtung, letzteres durch Messung. Die Figur des Planeten, die nur bei entschieden günstigen atmosphärischen Umständen beobachtet wurde, zeigte um die Zeiten der Quadratur sich in folgender Art:

Vor der Conjunction.

				Berechnetes V.
Mai 10.	6h 45′.	Venus scheint gerade halb erleuchtet . . .	85°	57′
13	5 30.	Die Hörner greifen etwas über, die Lichtgrenze ist aber übrigens noch eine gerade Linie .	87	47
14.	5 30.	Die Phase erscheint schon concav	88	24
16.	16 30.	. . . . .	90	

Nach der Conjunction.

Octbr. 5.	19	30)	Die Hörnerspitzen scheinen noch etwas über-	88	46
6.	19	15)	zugreifen	88	10
7.	19	30.	Venus genau halb oder doch nicht darüber	87	34
14.	19	30.	Auf den ersten Anblick genau halb, nachher zeigt sich eine schwache Convexität . .	83	32
3.	19		. . . . .	90	

In allen diesen Beobachtungen war also Venus bestimmt weniger erleuchtet, als die Rechnung erforderte, und man kann V = 86½° als denjenigen Werth annehmen, bei welchem gerade die Hälfte der Scheibe erleuchtet gesehen wird, was resp. 6 Tage vor und nach der berechneten Quadratur stattfindet.

Die Breite des erleuchteten Theiles ist, wie folgt, gemessen und berechnet worden:

Digitized by Google

1836.	V.	Breite des erleuchteten Theils.		Differenz.
		Gemessen.	Berechnet.	
März 5. 23h 30′	53° 44′	10″,767	11″,410	— 0,643
7. 2	54 10	10 ,661	11 ,418	— 0,757
9. 22 15	55 23	11 ,248	11 ,433	— 0,149
16. 23 15	58 22	10 ,723	11 ,562	— 0,839
20. 23 45	60 7	10 ,710	11 ,625	— 0,915
22. 0	60 35	10 ,516	11 ,640	— 1,124
27. 23	63 15	11 ,483	11 ,736	— 0,253
Aril 7. 23 30	68 27	11 ,536	11 ,919	— 0,383
8. 23 45	68 57	11 ,678	11 ,927	— 0,249
20. 23 20	75 3	11 ,877	12 ,127	— 0,250
25. 6	77 20	12 ,029	12 ,192	— 0,163
26. 23 15	78 16	12 ,126	12 ,208	— 0,082
27. 6 15	78 25	12 ,224	12 ,224	— 0,000
Mai 2. 6 15	81 14	12 ,221	12 ,290	— 0,069
4. 6	82 22	12 ,190	12 ,308	— 0,118
6. 6 15	83 33	11 ,625	12 ,335	— 0,710
7. 6	84 8	11 ,700	12 ,343	— 0,643
10. 7 15	85 58	11 ,984	12 ,370	— 0,376
13. 5 30	87 47	11 ,837	12 ,375	— 0,538
23. 5 15	94 31	10 ,820	12 ,113	— 1,293
Juli 1. 5 15	133 28	5 ,958	7 ,566	— 1,608
Octbr. 5. 19 30	88 46	12 ,800	12 ,722	+ 0,078
6. 19 30	88 10	12 ,827	12 ,616	+ 0,211
7. 19 45	87 34	13 ,119	12 ,612	+ 0,507
14. 19 45	83 32	12 ,195	12 ,639	— 0,474
18. 19 45	81 21	11 ,722	12 ,582	— 0,860
20. 19 45	80 17	12 ,142	12 ,551	— 0,409
30. 20 30	75 4	13 ,385	12 ,361	+ 0,024

Diesen Berechnungen ist der oben gefundene Halbmesser 8″,567 zum Grunde gelegt und die Irradiations-Vergrösserung des voll erleuchteten Randes derjenigen gleich gesetzt worden, welche die Messungen des verticalen Durchmessers ergeben hatten; es ist also bei den obigen Resultaten der Messung die Constante — 0″,325 bereits angebracht. Für die Lichtgrenze ist jedoch keine solche Vergrösserung angenommen worden, da das Verhältniss des Helleren zum Dunklen hier ein ganz anderes, als bei'm vollen Rande ist. Wollte man es gleichwohl auch hier thun, so müsste den vorstehend angesetzten Differenzen noch — 0″,325 hinzugefügt werden.

Die Messungen nach der Conjunction sind der Zahl nach weit geringer, da die Witterung sie nur selten gestattete, und Venus auch an heitern Tagen, vielleicht ihres tieferen Standes wegen, nicht mehr ganz so schön begrenzt sich zeigte, als vorher. Die vier Messungen, welche eine positive Differenz ergeben, dürften daher gegen die übrigen um so weniger in Betracht kommen, als auch die an denselben Tagen beobachtete Figur des erleuchteten Theiles, die um die Quadratur herum eine grössere Sicherheit gewährt, als Mikrometermessungen, ihnen widerspricht, und alle vor der Conjunction angestellten mit grosser Uebereinstimmung eine negative Differenz ergeben. Schliesst man die am 1. Juli blos des Versuchs wegen angestellte, die, den Umständen nach, nicht genau seyn kann, vom Resultat aus, so ergeben die übrigen 20 vor der Conjunction gemessenen Werthe im Mittel einen Unterschied von 0″,477; die 7 nachher angestellten von 0″,132, um welcher die Lichtgrenze weiter nach Innen gerückt war, als die Rechnung es forderte, wogegen die Irradiation, wenn sie hier mitgewirkt hätte, sie um 0″,325 nach Aussen hätte rücken müssen.

Es kann also über die Thatsache, dass der erleuchtete Theil der Venus unter einem verminderten Durchmesser erscheine, kein Zweifel obwalten; allein wie erklärt sich diese Erscheinung? Durch eine Abplattung nicht, denn abgesehen davon, dass noch kein Beobachter eine

Digitized by Google

solche wahrgenommen, so würde eine solche nur dann den auf die Hörnerlinie normalen Durchmesser periodisch verkleinern, wenn der Aequator des Planeten nahe senkrecht auf seiner Bahn stände; die wahrgenommenen Formen der Lichtgrenze aber würden selbst dann noch unerklärt bleiben. Am einfachsten ist es wohl, diese Erscheinung mit einer analogen und längst bekannten, deren Ursachen klar vorliegen, zu vergleichen. Betrachtet man den zu- oder abnehmenden Mond, besonders am Tage, mit freiem Auge, so erscheint uns die auf die Hörnerlinie senkrecht genommene Breite des sichtbaren Theiles ebenfalls verkleinert, und man wird noch eine sehr merkliche Concavität der Lichtgrenze wahrzunehmen glauben, wenn der Mond wirklich schon in der Quadratur steht. Die grossen schwarzdunklen Schatten der hohen Mondgebirge, zwischen denen sich, nahe der Lichtgrenze, nur wenige und meist schwach erleuchtete Strecken zeigen, bewirken einen Gesammteindruck, der dem des dunklern Himmelsgrundes ganz nahe steht, und nur im Fernglase von ihm unterschieden werden kann. Nun wird Venus durch eine bei ihr noch anwendbare Vergrösserung etwa in dasselbe optische Verhältniss zu uns gesetzt, wie der Mond zum freien Auge; ist ihre Oberfläche also von Gebirgen durchzogen, so wird sich das Phänomen so gestalten müssen, wie wir es beobachtet haben.

Wären diese Gebirge verhältnissmässig von so grosser Höhe, als die des Mondes, erreichten sie demnach auf der Venus im Maximo 3—4 Meilen, so müsste die Lichtgrenze ungleich und gleichsam ausgezackt erscheinen, wie die des Mondes dem freien Auge. Einige Beobachter geben an, eine solche Gestalt wahrgenommen zu haben; uns ist sie wenigstens nie deutlich geworden, die in einigen Zeichnungen angegebenen Einbuchten ausgenommen, die doch auch nur mühsam wahrzunehmen waren. Da nun auch atmosphärische Trübungen, Refraction u. dergl. an dieser Veränderlichkeit der Lichtgrenze Theil haben können und sehr wahrscheinlich wirklich haben, so wäre es vergeblich, über die Höhe der Venusgebirge etwas ableiten zu wollen. Zu einiger Verständigung möge indessen Folgendes dienen.

Der vorstehend gefundene Durchmesser der Venus für die Entfernung 1 (8″,567) kommt der Encke'schen Sonnenparallaxe (8″,5,77 oder, nach der durch die spätere Bekanntwerdung der Wardhuser Originalbeobachtungen veranlassten Verbesserung 8″569) so nahe, dass Venus und Erde als von ganz gleichem Durchmesser angesehen werden können. Nun bedeckt der Schatten eines 4000ᵐ hohen Bergs auf der Erde, wenn er in eine meeresgleiche Ebene fällt und bis an die Lichtgrenze reicht, 2° 50′ des Aequators und wird unter dem Winkel von 0″,594 gesehen, wenn der Halbmesser des Planeten 12″ grosa erscheint, wie es beiläufig in den Quadraturen der Venus der Fall ist, und bei einem Berge, dessen Höhe $\frac{4000^{m}}{n}$ beträgt, wird die obige Grösse des Schattens nahe $\frac{0'',594}{\sqrt{n}}$. Um daher eine Verminderung der Breite des sichtbaren Theils, wie sie oben gefunden worden, zu erklären, würde nichts uns nöthigen, der Venus höhere Gebirge zu ertheilen, als der Erde.

Das aschfarbige Licht, welches (obwohl sehr selten) einigen Beobachtern in der Nachtseite der Venuskugel erschienen ist, haben wir nie gesehen. Der Glanz der Scheibe war (immer mit Ausnahme des längs der Lichtgrenze liegenden Theiles, wie bereits erwähnt) ein gleichförmiger, nur zuweilen die Hörnerspitzen etwas heller als das Uebrige; mit den sogenannten Schneezonen des Mars konnte dies jedoch nie verglichen werden, denn bei diesem Planeten findet, ausser dem Unterschiede des Lichtglanzes, ein noch stärkerer der Farbe und zugleich eine bestimmte Gränze des weissen Flecks gegen das Gelbroth der übrigen Scheibe statt; von Beidem ist aber bei Venus keine Spur, und möglicherweise ist der ganze Unterschied blos ein optischer.

Noch müssen wir hier einer ganz eigenthümlichen strahlenden Erscheinung gedenken, die nur ein einziges Mal (1833 am 7. April um 8 Uhr M.Z.) von M. gesehen worden ist. Die 140malige Vergrösserung hatte ein Gesichtsfeld von beiläufig 16 Minuten und konnte als Kreismikrometer

Digitized by Google

angewandt werden; der Himmel war ausgezeichnet rein und die Luft sehr ruhig. Um die angegebene Zeit war der Quadrant NW. vom Centro der sichelförmigen Venus aus mit scharfen, hellen Strahlen angefüllt, wie die Figur sie zeigt. Weder eine Drehung des Oculars, noch ein Wechsel desselben, noch eine Verschiebung des Gesichtsfeldes änderten etwas an der Erscheinung. Wenn Venus im Felde des Fernrohrs war, so erlaubte ihr heller Glanz nur die stärksten Strahlen a und b zu sehen: so wie sie daraus entfernt war, trat sogleich die ganze prachtvolle Erscheinung deutlich hervor. Der Raum zwischen a und b erschien bestimmt eben so dunkel, als der übrige Himmelsgrund; ein Stern c (mit Venus zugleich sichtbar) zeigte sich in diesem Raume nach zweimaligen Vergleichungen 7′ 11″ nördlich und 9′ 22″ westlich von Venus im Bogen des grössten Kreises ($10'\cdot 22'' \cos \delta$), also von Venus aus unter einem Positionswinkel von 307° 29′,4; er diente als Normalstern für die richtige Zeichnung der Strahlen. Die grösste Lichtmasse zeigte der Strahlenbüschel a, der an seiner innern Kante sehr intensiv und scharf begrenzt war, doch schien b noch schärfer abgesetzt, wiewohl nicht ganz so hell, als a zu seyn. Auf den übrigen Seiten der Venus war nichts der Art zu sehen. Die Strahlen verliefen ganz allmälig; die stärksten waren etwa $\frac{1}{4}$ Grad weit sichtbar, alle aber, dem Anscheine nach, schnurgerade fortlaufend. Die Erscheinung blieb unverändert dieselbe, so lange Venus an diesem Abende beobachtet werden konnte.

Wir gestehen, eine genetische Erklärung des Phänomens nicht geben zu können und beschränken uns auf Mittheilung des Factums. Ein blos optisches kann es nicht wohl gewesen seyn: auch hatten diese Strahlen gar nichts mit denen gemein, die man zuweilen um sehr helle Gegenstände erblickt, wenn ihr Glanz dem Auge lästig fällt und die wohl eine Kreuzform u. dergl. annehmen können. Vielmehr war nur wenig von ihnen sichtbar, wenn die hellglänzende Venus im Gesichtsfelde stand, und die schwächeren Strahlen, die scharfe Begrenzung und bestimmte Individualisirung der einzelnen in der Zeichnung hervorgehobenen Theile zeigten sich erst nach Entfernung der Venus.

Digitized by Google

X.

Merkur.

Digitized by Google

Digitized by Google

Diesen Planeten, dessen geringer scheinbarer Durchmesser, wenn man physische Beobachtungen über seine Oberfläche machen will, stärkere Vergrösserungen erfordert, als unser Fernrohr noch mit Vortheil gestattet, ist von uns nur wenig beobachtet worden, und eine besondere Eigenthümlichkeit desselben haben wir nie wahrgenommen. Am 29. September 1832 trat eine sehr nahe Conjunction des Saturn und Merkur ein; beide konnten bequem im Felde einer 150maligen Vergrösserung neben einander betrachtet werden. Saturn war mit Merkur verglichen (um $16\frac{1}{2}^{h}$) eine bleiche, glanzlose Kugel; doch war in der hellen Morgendämmerung sein grauer Streifen gut sichtbar (der Ring war damals verschwunden). Merkur glänzte ungleich heller und blieb nach Aufgang der Sonne bequem sichtbar, während Saturn dem Auge entschwand. Merkur war etwas mehr, als halb, erhellt. Dicht unter dem Südhorne schien bisweilen eine geringe Einbucht zu stehen; doch konnte keine Gewissheit darüber erlangt werden. Die Breite des Theiles, um welche Merkur mehr, als halb, erleuchtet war, ward 0,2 bis 0,25 geschätzt (der Radius der Scheibe als Einheit angenommen). Die Lichtgrenze war nicht ganz scharf, sondern etwas verwaschen und der matte Lichtabfall länge derselben merklich. Da die heliocentrische Länge Merkur's bei dieser Beobachtung 106° 47′, die geocentrische hingegen 170° 6′ betrug, so hätte die Breite des erleuchteten Theils = 1,449 r seyn müssen; statt dessen war sie höchstens 1,25r. Der Unterschied ist zu bedeutend, um einem Fehler in der Schätzung zugeschrieben werden zu können. Merkur hat demnach wahrscheinlich eine merkliche Atmosphäre und vielleicht auch Gebirge *).

Der Durchgang Merkur's am 4. und 5. Mai 1832 bot eine bequeme Gelegenheit, seine Gestalt und Grösse auf der Sonnenscheibe zu beobachten. Gegen Anfang der Erscheinung waren die Wolken sehr hinderlich; zwar wichen diese hernach, aber der Wind blieb ziemlich stark und die Ränder der Sonne zitterten merklich. So konnte der Moment des Eintritts gar nicht, und der des Austritts nur ungenau beobachtet werden. Aber während der siebenstündigen Dauer des Durchgangs waren

*) Man vergleiche hier, was weiter unten über eine ähnliche Erscheinung bei Venus gesagt ist.

Digitized by Google

durchschnittlich ¾ des Himmels heiter, und diese Zeit ward benutzt, um vermittelst eines Filarmikrometers den Durchmesser des Planeten zu bestimmen.

Merkur erschien im tiefsten Schwarz, völlig scharf begrenzt, und weder auf seiner Oberfläche noch auf dem ihn umgebenden Theile der Sonnenscheibe konnte die geringste Modification der Farbe wahrgenommen werden. Kam Merkur einem Sonnenfleck nahe, so erschien der letztere, mit ihm verglichen, nur lichtbraun, während er, für sich allein betrachtet, ein ganz schwarzer Kernfleck war.

Das Filarmikrometer gewährt die grösstmöglichste Sicherheit nur für die Declinationsunterschiede, und da eine merkliche Abplattung des Planeten ohnehin nicht wahrscheinlich, die Figur auch, dem Augenscheine nach, ein genauer Kreis war, so ward blos der auf die tägliche Bewegung vertical stehende Durchmesser gemessen.

Jede der unten folgenden Angaben ist das Mittel aus zwei Ablesungen rechts und links des Deckungspunctes der Mikrometerfäden. Sie wurden so gestellt, dass die innern Kanten den Merkursrand berührten: die halbe Summe ihrer Dicke beträgt 0,03539 Schraubenwindungen und der Werth einer solchen 44″,191.

Die hier folgenden 54 Messungen sind in 5 Gruppen vertheilt und jede besonders berechnet, vier von den andern stark abweichende und den Deckungspunct sehr fehlerhaft angebende Messungen sind ausgeschlossen worden.

Sternz.	Rv.	Sternz.	Rv.	Sternz.	Rv.	Sternz.	Rv.	Sternz.	Rv.
1h 18′	0,2770	2h 49′	0,2705	3h 40′	0,2665	5h 1′	0,2710	6h 9′	0,2738
21	2635	51	2678	43	2700	4	2715	12	2715
27	2695	57	2702	4 36	2675	32	2735	23	2688
37	2625::	59	2825::	41	2693	35	2750	25	2640
39	2705	3 1	2675	42	2720	38	2780::	27	2725
42	2680	4	2690	44	2840::	42	2715	29	2760
2 1	2698	7	2705	45	2685	47	2720	37	2672
10	2720	14	2705	47	3770	54	2695	40	2710
21	2702	20	2765	51	2750	56	2760	43	2750
28	2717	26	2707	57	2745	6 0	2700	50	2752
31	2725	36	2725	59	2730	2	2690		
	0,27065		0,27057		0,27133		,27190		0,27150
	— 3539		— 3539		— 3539		3539		3539
1h 53′,8	0,23526	3h 8′,8	0,23518	4h 34′,1	0,23594	5h 39′,3	0,23651	6h 29′,5	0,23611

Der Gang der Sternuhr war — 12″,3, die Mittel der Beobachtungen sind also in mittlerer Sonnenzeit

Mai 4.	23h	0′,3
5.	0	15,3
	1	40,3
	2	45,4
	3	35,5.

Diesen Zeitmomenten entsprechen folgende Distanzen Merkur's vom Beobachtungsorte:

Digitized by Google

0,558442"
558305
558149
558031
557941

Mit dem oben angeführten Werthe einer Mikrometer-Rev. wird demnach für die Entfernung 1 folgender Durchmesser für Merkur erhalten:

5",8057
8023
8207
8323
8215
5",8165

folglich der wahre Durchmesser unter Anwendung der Encke'schen Sonnenparallaxe

583 geographische Meilen.

Die Genauigkeit der Messungen scheint völlig befriedigend: die Momente, in denen der Wind heftig ward, sind nicht zu Messungen benutzt worden, und die Schärfe der Merkursränder, so wie der Fäden war eine ausgezeichnete. Allein eine andere Frage, ob der Merkursdurchmesser richtig gesehen worden, möchten wir nicht sofort bejahen. Wenn eine Irradiation, d. h. ein Herausrücken des hellen Randes gegen den dunkleren Grund, bei einem gegebenen Fernrohre stattfindet, so muss jeder blos negativ gesehene Gegenstand, wie Merkur vor der Sonne, dadurch verkleinert werden. Allein das, was wir, seinem Totaleffecte nach, als Irradiation bezeichnen, ist eine Zusammensetzung so mannichfaltiger Wirkungen, dass wir schwerlich auf anderm Wege, als durch wirkliche Beobachtungen, zu ihrer Kenntniss gelangen können, und diese werden nur in seltenen Fällen eine Anordnung gestatten, bei welcher sie als gesuchte Grösse unabhängig hervorgeht. Die Beobachtungen der Venus (siehe weiter unten) haben uns 0",3253 gegeben; allein diese Grösse, die für Venus, am Tageshimmel gesehen gültig ist, kann nicht unbedingt für die Sonne, mit Merkur verglichen, genommen werden: letztere ist wahrscheinlich stärker. Eine Reihe von 50, im Jahre 1837 genommenen Sonnen-Culminationen gab unter der Voraussetzung, dass der im Berliner Jahrbuch angenommene Sonnenhalbmesser der richtige sey, für die Irradiation des Sonnenrandes, im Dämpfglase gesehen, 0",53; allein eine solche von Voraussetzungen abhängige Bestimmung kann keinen selbstständigen Werth ansprechen. Wollte man sie indess für Merkur gelten lassen, so erhielte man für seinen Durchmesser in mittlerer Entfernung 6",4085 oder 642 geographische Meilen, jedenfalls ist der oben bestimmte, da das Vorhandenseyn einer Irradiation bei unserem Fernrohre im Allgemeinen erwiesen ist, zu klein.

Es sind bei demselben Durchgange noch zwei uns bekannt gewordene Bestimmungen des Merkursdurchmessers zu erwähnen: die von Gambart (Astronomische Nachrichten 232), welcher aus 54 Beobachtungen im Mittel 9",29 erhielt, was, auf den mittlern Abstand Merkur's reducirt, 5",184 (520 Meilen ergiebt, und Bessel's in Königsberg am grossen Heliometer angestellte Beobachtungsreihe, welche 6",6974 (672 geographische Meilen) ergiebt. Durch Vergleichung des an demselben Tage gemessenen Sonnendurchmessers mit dem aus dem Vorübergange Merkur's geschlossenen erhielt Bessel die Ueberzeugung, dass sein Instrument frei von Irradiation sey. Dadurch erhält seine Bestimmung ein entscheidendes Uebergewicht gegen alle andere, auch gegen das Mittel aus sämmtlichen früheren Beobachtungen, das nach Wurm's Rechnungen

Digitized by Google

(Mon. Corr. XIV. pag. 283) 6″,02 gefunden wird. Bessel's Resultat muss so lange allein und unverändert angenommen werden, bis Instrumente von gleicher Vortrefflichkeit bei gleich vortheilhaften Umständen mit ihm in die Schranken treten können; und der einzige Werth, den unsere obigen Messungen jetzt noch ansprechen können, ist der, eine Probe der Leistungen des Mikrometers unter günstigen Umständen abzugeben.

Nach Bessel's Bestimmung ist der körperliche Inhalt Merkur's $= \frac{1}{16.7}$, oder 0,0597 des Volumens der Erde; der Durchmesser 5″,816 hätte diesen auf $\frac{1}{17}$, der Gambart'sche 5″,184 sogar auf $\frac{1}{20.1}$ herabgesetzt. Nirgends sind die Mängel der Messungen unserer Planetendurchmesser fühlbarer, als bei Bestimmung ihres Volumens und der davon abhängenden Dichtigkeit.

Digitized by Google

XI.

Anhang.

Heliometermessungen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Der Fleiss, welchen seit zwei Jahrhunderten einzelne Beobachter dem speciellen Studium des Mondes gewidmet, würde schon früher zu sicheren und nützlichen Resultaten geführt haben, wenn man sich hätte entschliessen können, nach einem bestimmten, die Totalität der Aufgabe umfassenden Plane zu verfahren. Es ist höchst wünschenswerth, dass man künftig nicht in die Fehler der Vergangenheit gerathe. Noch jetzt sind viele, vielleicht der grössere Theil, sehr wichtiger, diesen Gegenstand betreffenden Fragen gar nicht oder nur durch Hypothesen beantwortet. Die Darstellung vieler Mondgegenden bedarf noch sehr der Verbesserung, und alle, ohne Ausnahme, können weit genauer untersucht werden, als es bis jetzt geschehen, wenn man die grossen Teleskope der neuesten Zeit dazu anwendet. — Indess erfordert eine Arbeit dieser Art grossen Zeitaufwand. Unter Benutzung aller mondhellen Nächte, sogar der zum Theil heiteren, brauchten wir doch einen Zeitraum von fast 7 Jahren, um zu den von uns erhaltenen Resultaten zu gelangen. Eine auf grösserem Massstabe unternommene und verhältnissmässig eben so genau in's Detail gehende Arbeit würde nicht nur ihrer Vermehrung wegen, sondern der anzuwendenden stärkeren Vergrösserungen halber, eine weit längere Zeit erfordern, da, wie bekannt, diese Hülfsmittel weit seltener gebraucht werden können; mithin dürfte dies nicht das Werk eines einzelnen Astronomen seyn. Es müssten verschiedene Beobachter eine Reihe von Jahren hindurch sich mit grossen Teleskopen, wo möglich, an einem Orte vereinigen und Berechner und Zeichner zur Seite haben, um nach einem gemeinsamen Plane eine viel grössere Mondkarte, als die unsrige, zu Stande zu bringen. Bedenkt man indess die Masse des der Bearbeitung harrenden astronomischen Materials und die kleine Zahl der in jeder Beziehung vortheilhaft gestellten Beobachter, so kann man sich der Hoffnung, diese Ideen jemals verwirklicht zu sehen, nicht hingeben. Vielmehr wird man sich darauf beschränken müssen, einzelne Mondlandschaften genauer zu untersuchen, was, an und für sich betrachtet, auch ziemlich umfangreich ist, denn um bei 800—1000maliger Vergrösserung die Apenninenkette allein darzustellen, würde man drei bis vier Jahre bedürfen.

Indess würden diese Arbeiten nur dann mit einer gewissen Vollkommenheit ausgeführt werden können, wenn man im Stande wäre, ihnen eine Grundlage genauer Elemente der Rotation und Libration zu geben. Letztere wird noch durch die besondere Beziehung interessant, welche zwischen der jetzigen und der ursprünglichen physischen Libration des Mondes existirt, wie dies Poisson in seiner schönen Analyse entwickelt hat. Wäre, z. B., die physische Libration absolut = 0, so könnte man daraus schliessen, dass auch zu Anfange die Dauer der Rotation und Revolution einander gleich gewesen seyen. Während nun aber die Theorie auf einen Punct der Entwickelung gekommen, wo man kaum hoffen darf, sie noch zu vervollkommnen, so ist deren Anwendung noch so zurück, dass, wie gesagt, wichtige Fragen unbeantwortet bleiben müssen. Und doch findet dies in nichts Anderem, als in der Kleinheit der zu bestimmenden Grössen, seinen Grund, da diese, selenocentrisch genommen, höchstens einige Minuten betragen, geocentrisch aber, selbst im günstigsten Falle, sich auf den 200sten Theil vermindern. Eine blosse Anhäufung selbst mit der grössten Sorgfalt berechneter Beobachtungen, wie es durch Herrn Bouvard und Nicollet geschehen, wird dieses Problem eben so wenig lösen, als die der Parallaxe der Fixsterne, so lange

Digitized by Google

man sie durch Meridianbeobachtungen finden wollte, mochten dieselben auch noch so zahlreich seyn. Wenn, wie die Rechnungs-Resultate über die Länge und Breite des Manilius ergeben, diese Messungen, einzeln genommen, Fehler bis 10″ (geocentrisch) darbieten, was jedoch nach der angewandten Methode nicht anders seyn kann, so muss man allerdings glauben, dass sie, trotz ihres grossen Verdienstes, wenig geeignet seyen, uns über Veränderungen zu belehren, die sehr wahrscheinlich nur Fractionen einer Secunde betragen, und wo 8 unbekannte Grössen zu bestimmen sind.

Wir glauben, dass man sich dem wahren Werthe der gesuchten Grössen durch zweierlei Mittel nähern könne, indem man 1) einen günstigeren Punct auswählt und 2) sich einer Messungsmethode bedient, welche an und für sich einen höheren Grad von Genauigkeit darbietet. Der Centralberg des Manilius, abgesehen davon, dass er von dem ihn umgebenden 1200 Toisen hohen Ringgebirge sehr oft beschattet ist, besteht aus mehreren Gipfeln von sehr verschiedener Gestalt und Höhe. Seine Gestalt ändert sich, je nachdem er beleuchtet ist, und im Allgemeinen ist jeder Centralberg, ausgenommen im Vollmonde, stets von Osten oder Westen her vom Schatten getroffen. Dieser wesentliche Uebelstand zeigt sich nie bei Cratern von regelmässiger Form und nicht zu grossem Durchmesser, und man darf nur einen von hinlänglicher Helligkeit und nicht im Gebirge versteckten wählen, um sicher zu seyn, ihn stets während einer halben Lunation sehen zu können.

Bezüglich auf das zweite Mittel, so kann man wohl sagen, dass die mikrometrischen Apparate vermöge ihrer jetzigen hohen Vollkommenheit da, wo man sich ihrer bedienen kann, eine bei Weitem grössere Genauigkeit gewähren, als Meridiandurchgänge. Bessel, in seiner Dissertation über 61. Cygni, hat gezeigt, dass 28 Meridianbeobachtungen Bradley's nur das Gewicht einer einzigen Heliometerbeobachtung haben. Der hier vorliegende Fall ist aber noch bei Weitem ungünstiger. Die Berührung eines erleuchteten, stets mehr oder minder wallenden und zugleich noch bedeutend unebenen Mondrandes mit dem Faden des Instruments soll mit der Bissection eines weit abliegenden Gebirges durch den andern Faden verglichen werden. Welche Quelle veränderlicher und constanter Fehler, die auch der sorgsamste Beobachter nicht wird vermeiden können.

Deshalb entschlossen wir uns, nach Bessel's Vorschlage, zu diesen Beobachtungen das erwähnte Heliometer anzuwenden und einige Jahre hindurch einen sehr hellen, der Mondmitte nahe belegenen und auf der III. Section unserer Mondkarte Mösting A benannten Crater mit dem sichtbaren Mondrande zu vergleichen. Die Folge unserer Beobachtungen wird wesentlich die seyn, welche Bessel in den Astr. Nachr. № 37 vorgeschlagen, dergestalt, dass alle Repetitionen sich symmetrisch auf eine einzige mittlere Zeit beziehen werden, wodurch mehrere schwierige und ungewisse Correctionen wegfallen oder erleichtert werden, und so werden alle Beobachtungen eines Abends in sich selbst eine Art von Controlle haben.

Der besprochene Jupitersdurchmesser ist mit diesem Instrumente genommen. Um eine andere Beobachtungsweise zu versuchen, nahmen wir einige Messungen von Doppelsternen vor. Die vier Bilder zeigen sich alsdann in derselben Distanz in gerader Linie. Wiederholt man auf der entgegengesetzten Seite, so erhält man die vierfache Distanz, welche auf diese Weise mit grosser Genauigkeit gefunden werden kann, wie die folgenden Beispiele zeigen.

Θ. *Serpentis.* 1839 August 2.

71 R.,208					
71 ,185	69,723	—	1 Rev.	485 =	21″,00
	69,704	—	1	481 =	20 ,94
71 ,200	69,714	—	1	486 =	21 ,01
71 ,212	69,719	—	1	493 =	21 ,11
71 ,205	69,707	—	1	498 =	21 ,17
					21″,046 5 Beob.

Digitized by Google

Auf dieselbe Art maassen wir:

θ. *Serpentis.*	August 7.	Aug. 9.	Aug. 11.
	20″,94	21″,01	21″,38
	21 ,13	21 ,17	21 ,36
	21 ,08	21 ,25	21 ,12
	21 ,08	21 ,36	21″,287
	20 ,93	21 ,13	
	21″,032	21″,184	

Man erhält:

1839	Aug. 2.	21″,044	. . .	5 Beob.
	7.	21 ,032	. . .	5 „
	9.	21 ,184	. . .	5 „
	11.	21 ,287	. . .	3 „
1839,60	. .	21″,118		18 Beob. mittl. Fehler = 0″,054.

Für diesen Stern hat man folgende Beobachtungen von Bessel und von Struwe:

1827,55	. . . 21,671 Struwe; mittlerer Fehler	= 0,066
1830,75	. . . 21,712 Bessel	0,048
1832,54	. . . 21,622 Struwe	0,080.

Mithin scheint die Entfernung beider Sterne sich jetzt zu vermindern.

ζ. *Ursae majoris.*

August 2.	August 4.	August 7.		Mittel.	
14″,69	14″,43	14″,44		14″,470	3 Beob.
14 ,25	14 ,40	14 ,36		14 ,420	5 „
14 ,47	14 ,54	14 ,36		14 ,420	5 „
	14 ,41	14 ,34		14 ,375	4 „
	14 ,32		1839,59.	14″,421	12 Beob.
14″,470	14″,420	14″,375			

Struwe hat für 1830,63 . . . . 14″,968
Bessel 1831,01 . . . . 14 ,435

Seit den ältesten Beobachtungen hat man an diesem Doppelsterne keine Veränderung bemerkt.

ϰ. Bootis. August 4.

	12″,78		
	12 ,58		
	12 ,48		
	12 ,52		
	12 ,53		
1839,59	12″,578.	Struwe hat 1832,50 . .	12″,597.

70. p. Ophiuchi.

August 7.	August 9.	August 14.		Mittel.	
6″,45	6″,38	6″,46		6″,343	4 Beob.
6 ,22	6 ,29	6 ,50		6 ,333	3 „
6 ,37	6 ,33	6 ,64		6 ,548	5 „
6 ,33	6″,333	6 ,69	1839,60.	6″,425	12 Beob.
6″,343		6 ,45			
		6″,548			

Man weiss, dass dieser Doppelstern eine elliptische Bahn beschreibt.

Digitized by Google

61. Ophiuchi.

August 9.	August 14.	August 18.		Mittel.	
20″,48	20″,25	20″,47			
20 ,50	20 ,20	20 ,55		20″,537	4 Beob.
20 ,63	20 ,32	20 ,71		20 ,285	4
20 ,54	20 ,37	20 ,48		20 ,542	4
20″,537	20″,285	20″,542	1839,61	20″,455	12 Beob.

Struwe hat 1827,37 . . . . 20″,545.

5. *Aquilae.* August 7.

. .		13″,571
. .		13 ,430
. .		13 ,345
	1839,59.	13″,449

Struwe hat 1832,45 . . . . 13″,222.

χ. *Herculis.*

August 17.	August 17.	August 18.		Mittel.	
30″,58	30″,40	30″,55		30″,430	5 Beob.
30 ,47	30 ,45	30 ,49		30 ,404	5
30 ,44	30 ,26	30 ,62		30 ,524	5
30 ,55	30 ,47	30 ,56	1839,63	30″,453	15 Beob.
30 ,11	30 ,44	30 ,49			
30″,430	30″,404	30″,524			
mit der einf. Distanz		nach der gewöhnl. Methode.			

Struwe, in seinen *mensuris secundis*, vermuthete schon eine Verminderung der Distanz dieses Sterns. Solche wird hierdurch bestätigt

1822,69 . .	31″,45	Struwe
1831,52 . .	31 ,233	Struwe
1836,33 . .	31 ,015	Struwe
1839,63 . .	30 ,453	

Folglich giebt dieses Instrument, was die Entfernungen betrifft, die wünschenswertheste Genauigkeit; Positionen aber können, unsern bisherigen Erfahrungen zufolge, nicht so gut erhalten werden, und hier sind Instrumente grösserer Dimension entschieden im Vortheil. Dies hat jedoch auf unsere intentionirte Arbeit zur Ermittelung der physischen Libration durchaus keinen nachtheiligen Einfluss, da hier kein Positionswinkel aus der Beobachtung entnommen, sondern am Kreise eingestellt wird. Die Ungleichheiten des Mondrandes werden allerdings die Genauigkeit der Messung etwas schwächen; da aber die Hauptabweichungen uns bekannt sind und solche dem Beobachter überhaupt nicht wohl entgehen können, so sind sie zu vermeiden oder ihr Einfluss zu schätzen. Da nun bei dieser Beobachtungsart die Entscheidung über die Richtigkeit der Messung unmittelbar und mit der grössten Ruhe vor sich gehen kann, so hoffen wir, dass die Beobachtungsresultate derselben Nacht keinen, einige Zehntheil Secunden übersteigenden, mittleren Fehler darbieten werden.

Digitized by Google

I

Scoresby
b
c
Euclemon
b
a
Gioja
a
d

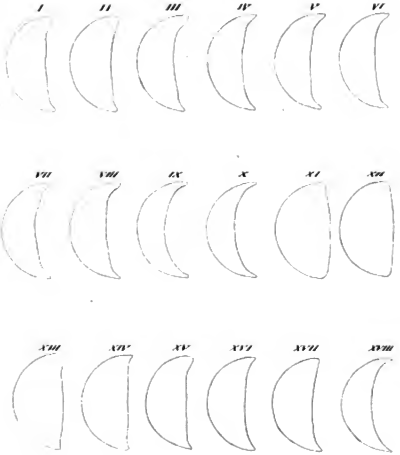
Philolaus
Anaxagoras
Anaximenes
B
A
E
z
h
i
A
a

Digitized by Google

Digitized by Google

II

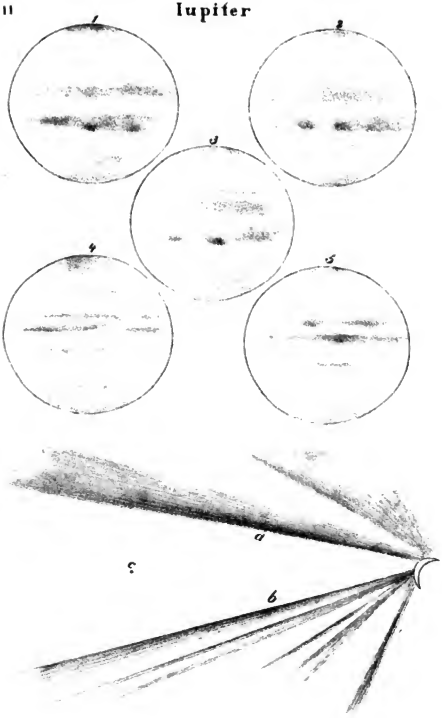
Venus.



Digitized by Google

Digitized by Google

III Iupiter



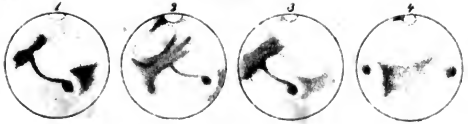
Digitized by Google

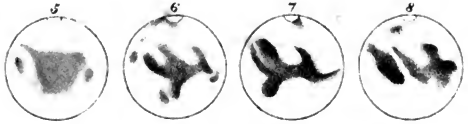
Digitized by Google

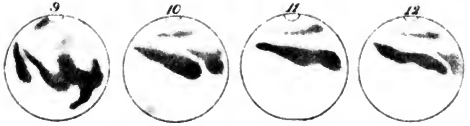
Mars.

IV

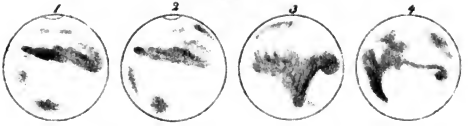
1830



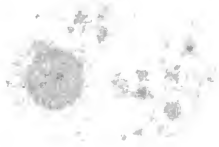




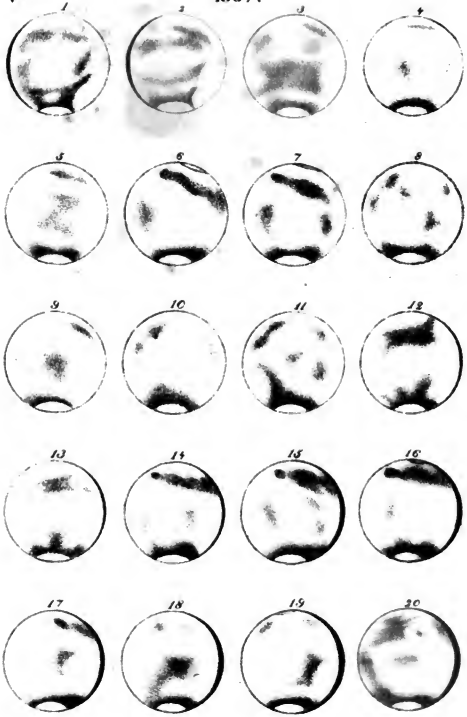
1832



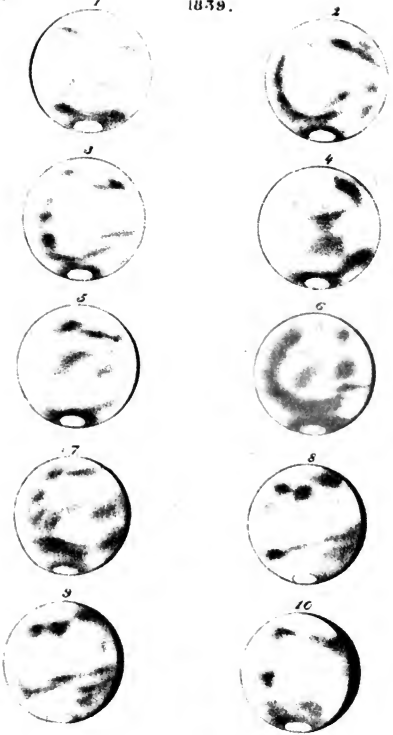
Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google